

**Aus der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik-Großhadern  
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

**Direktor: Prof. Dr. med. J.-C. Tonn**

**NEUROCHIRURGISCHE MIKROANATOMIE DES SUBTEMPORALEN  
ZUGANGS ZUR INCISURA TENTORII UNTER BESONDERER  
BEACHTUNG DER VASKULÄREN STRUKTUREN**

**Dissertation**

**zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin**

**an der Medizinischen Fakultät der**

**Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

**vorgelegt von**

**Ardavan Ardeshiri**

**aus**

**Teheran**

**2006**

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

1. Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. univ. Peter A. Winkler  
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Th. Heinzeller

Mitberichterstatter: Prof. Dr. J. Herms  
Prof. Dr. U. Büttner

Mitbetreuung durch den  
Promovierten Mitarbeiter:

Dekan: Prof. Dr. med. Dietrich Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 14.12.2006

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>6</b>
1.1.	EINFÜHRUNG.....	6
1.2.	EMBRYOLOGIE.....	7
1.2.1.	Gehirn.....	7
1.2.2.	Arterien.....	8
1.2.3.	Venen.....	9
1.2.4.	Meningen.....	11
1.3.	EINTEILUNG DER INCISURA TENTORII.....	12
1.4.	HÄUFIGE LÄSIONEN IM BEREICH DER INCISURA TENTORII.....	13
1.5.	MIKROCHIRURGISCHE ZUGÄNGE ZUR INCISURA TENTORII.....	14
1.5.1.	Zugänge zur vorderen Inzisur.....	14
1.5.2.	Zugänge zur mittleren Inzisur.....	15
1.5.3.	Zugänge zur hinteren Inzisur.....	15
<b>2.</b>	<b>ZIELE UND FRAGESTELLUNGEN.....</b>	<b>17</b>
2.1.	OBERFLÄCHLICHE LANDMARKEN FÜR DIE.....	17
	MIKRONEUROCHIRURGIE	
2.2.	EXAKTE BESCHREIBUNG DER NEUROANATOMISCHEN.....	18
	VERHÄLTNISSE	
2.3.	BESTIMMUNG VON GRÖSSEN DER VASKULÄREN STRUKTUREN.....	18
2.4.	BEDEUTUNG FÜR MIKROCHIRURGISCHE OPERATIONSTECHNIK.....	18
<b>3.</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>19</b>
3.1.	UNTERSUCHUNGSMATERIAL (PRÄPARATE).....	19
3.2.	MESSTECHNIK UND MESSINSTRUMENTARIUM.....	19
3.3.	PRÄPARATION.....	19
3.3.1.	Oberflächliche Landmarken.....	20
3.3.2.	Dissektionen.....	21
3.3.2.1.	Arterien.....	21
3.3.2.2.	Venen.....	23
3.3.2.3.	Trigonum lemnisci.....	24
3.4.	VERMESSUNGEN.....	25
3.5.	DOKUMENTATION.....	27
3.6.	STATISTISCHE ANALYSE.....	27

<b>4.</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>28</b>
4.1.	ARTERIEN.....	28
4.1.1.	Arteria cerebelli superior.....	29
4.1.2.	Arteria cerebri posterior.....	33
4.1.2.1.	<i>P1-Segment.....</i>	<i>35</i>
4.1.2.2.	<i>P2-Segment.....</i>	<i>36</i>
4.1.2.3.	<i>P3-Segment.....</i>	<i>36</i>
4.1.2.4.	<i>Endaufteilung in Arteria calcarina und.....</i>	<i>38</i>
	<i>Arteria parietooccipitalis</i>	
4.1.3.	Arteria circumferentialis brevis.....	39
4.1.4.	Arteria quadrigeminalis sive A. collicularis.....	41
4.1.5.	Arteria chorioidea posterior medialis.....	44
4.1.6.	Arteriae temporales inferiores.....	47
4.1.6.1.	<i>Arteria temporalis communis.....</i>	<i>48</i>
4.1.6.2.	<i>Arteria temporalis anterior.....</i>	<i>50</i>
4.1.6.3.	<i>Arteria temporalis media.....</i>	<i>51</i>
4.1.6.4.	<i>Arteria temporalis posterior.....</i>	<i>52</i>
4.2.	VENEN.....	55
4.2.1.	Vena mesencephalica lateralis.....	56
4.2.2.	Vena pontomesencephalica.....	61
4.2.3.	Vena peduncularis.....	63
4.2.4.	Sonstige Venen.....	63
4.3.	TRIGONUM LEMNISCI.....	66
<b>5.</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>67</b>
5.1.	METHODIK.....	67
5.2.	ARTERIEN.....	67
5.2.1.	Arteria cerebelli superior.....	67
5.2.2.	Arteria cerebri posterior.....	70
5.2.3.	Arteria circumferentialis brevis.....	76
5.2.4.	Arteria quadrigeminalis.....	77
5.2.5.	Arteria chorioidea posterior medialis.....	79
5.2.6.	Arteriae temporales inferiores.....	80
5.3.	VENEN.....	83
5.3.1.	Vena mesencephalica lateralis.....	83
5.3.2.	Vena pontomesencephalica.....	85
5.3.3.	Vena peduncularis.....	86
5.3.4.	Sonstige Venen.....	87

5.4.	ANATOMISCHE LANDMARKEN.....	87
5.5.	SUBTEMPORALER ZUGANG.....	88
<b>6.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>92</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>94</b>
<b>8.</b>	<b>CURRICULUM VITAE.....</b>	<b>120</b>
<b>9.</b>	<b>DANKSAGUNG.....</b>	<b>122</b>
<b>10.</b>	<b>ERKLÄRUNG.....</b>	<b>124</b>

# **1. EINLEITUNG**

## **1.1. Einführung**

Mikrochirurgische Eingriffe an Läsionen und raumfordernden Prozessen im Bereich der Incisura tentorii stellen nach wie vor eine große Herausforderung für den Neurochirurgen dar. Trotz der Verbesserungen der bildgebenden Technik (Computertomographie, Magnetresonanztomographie) und der Einführung der Mikrochirurgie mit Hilfe des Operationsmikroskops, die zur Ausweitung der Operationsindikation mit besseren Ergebnissen führten, ist die genaue Kenntnis der Anatomie dieser Region für den Neurochirurgen besonders wichtig.

Obwohl schon zahlreiche Arbeiten über diese Region publiziert worden sind, fehlen zum Teil detaillierte Angaben zu neuralen und vaskulären Strukturen. Dabei fällt auf, dass das arterielle System in der Literatur besser als das venöse System beschrieben ist. Dazu kommt noch, dass die Beschreibungen bei den verschiedenen Autoren differieren.

Für die Neurochirurgie ist aber die fundierte Kenntnis der venösen Strukturen von herausragender Bedeutung, um bei Operationen den Blutabfluss zu sichern und Komplikationen wie z.B. eine hämorrhagische Infarzierung zu vermeiden.

Diese Studie behandelt den subtemporalen Zugang zur Incisura tentorii. Die Hauptaspekte dieser Arbeit waren die mikroanatomische Erfassung der

1. neuralen,
2. arteriellen und
3. venösen Verhältnisse bei diesem Zugang.

Dabei konzentrierten wir uns erstens auf die Einführung von oberflächlichen Landmarken am Mesencephalon und zweitens auf die Identifizierung, Beschreibung und Vermessung der oben genannten Strukturen.

Besonderes Augenmerk richteten wir auf das Trigonum lemnisci, die Arteria cerebri posterior und ihre Abgänge und die Vena mesencephalica lateralis.

Durch die Kenntnis der Mikroanatomie dieser Region kann der subtemporale Zugang erleichtert und standardisiert werden.

## 1.2. Embryologie

Grundkenntnisse der Entwicklungsgeschichte sind Bausteine zum besseren Verständnis der Anatomie. Daher wird nun im folgenden kurz die Entwicklung des Hirns und dann speziell des Mittelhirns, der Arterien und Venen dargelegt.

### 1.2.1. Gehirn

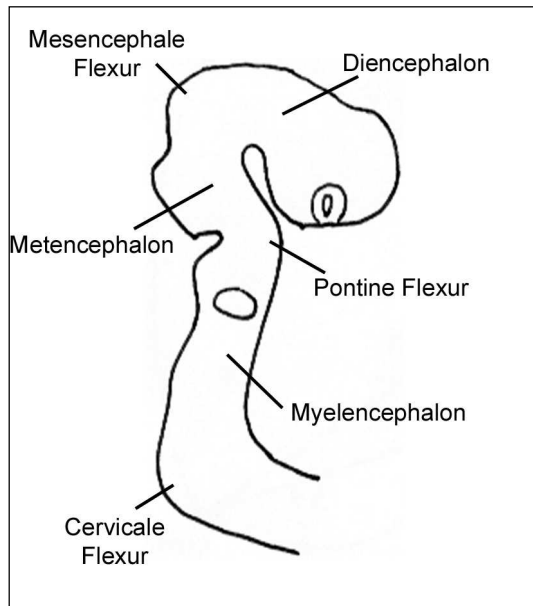
Das gesamte Zentralnervensystem entwickelt sich aus dem Neuralepithel des Neuralrohres, wobei sich dieses Neuralrohr durch unterschiedliches Wachstum und Wanderung der Zellen der Wand vergrößert. Durch regionale Unterschiede im Wachstum der Zellen kommt es zur Entstehung von drei großen Teilen, den so genannten „Hirnbläschen“ (ca. 20. Tag):

1. das *Rhombencephalon* oder Rautenhirn
2. das *Mesencephalon* oder Mittelhirn
3. das *Prosencephalon* oder Vorderhirn.

Neben dieser „Bläschen“ sind in dieser Phase noch zwei Flexuren wichtig. Man unterscheidet eine cervicale und eine mesencephale Flexur, erstere befindet sich an der Grenze zwischen Rhombencephalon und dem Rückenmark und die zweite an der Grenze zwischen Mesencephalon und Prosencephalon. Beide Beugen sind nach ventral konkav geöffnet. Nach dem Schluss des Neuralrohres durch die Vereinigung der aufgeworfenen Neuralwülste kann man in der 5. Woche noch weiter unterteilen. Durch Verstärkung der Beugen und Wachstumsvorgänge ist es möglich, das Rhombencephalon in Myel- und Metencephalon und das Prosencephalon in Di- und Telencephalon zu gliedern. Für das Mesencephalon gibt es keine weitere Unterteilung mehr, es muss jedoch noch erwähnt werden, dass die Mittelhirnbeuge stark zunimmt. Neben dieser schon bekannten Flexuren tritt in dieser Woche die nach ventral konvexe Brückenbeuge hinzu, siehe Abb. 1 (Kostovic, 1990).

Wie schon aus den weiteren Unterteilungen ersichtlich wird, macht das Mittelhirn keine größeren Formveränderungen mehr durch. Für die weitere Differenzierung des Mittelhirns sind die Flügel- und Grundplatte zuständig. Zellen aus der Flügelplatte, die in das Dach des Mesencephalons einwandern, bilden die Vierhügelplatte

(Tectum) aus (ca. 3. Monat). Das Tegmentum mit dem Nucleus ruber, den III. und IV. Hirnnervenkernen und der Formatio reticularis entwickelt sich ab der 5. Woche aus der Grundplatte. Etwa zur gleichen Zeit nehmen die Crura cerebri durch Vermehrung von kortikospinalen, kortikobulbären und kortikopontinen Fasern an Größe zu. Durch eine Verengung des Lumens wird der Aquaeductus cerebri gebildet (ca. 3. Monat).



**Abb. 1:** Das Gehirn eines Embryos von der rechten Seite, 9 mm lang (nach His).

### 1.2.2. Arterien

Die Entwicklung der kranialen Arterien werden nach Padget (1948) in acht Stufen eingeteilt.

In der ersten Phase (28. Tag, 4-5 mm) bildet die dorsale paarige Aorta die primitiven Arteriae carotis internae. Diese teilen sich in zwei Hauptäste auf. Diese sind der primitive Plexus trigeminalis, der sich nach dorsal ausbreitet und sich mit der „longitudinal neural artery“ (Kaplan, 1966) verbindet und ein weiterer Ast, der nach rostral zieht und die Arteria maxillaris abgibt, um dann wiederum zwei Anteile zu bilden. Hierbei handelt es sich um die primitive Arteria olfactoria und einen Plexus auf dem Mesencephalon, der im weiteren Verlauf den proximalen Anteil der Arteria cerebri posterior bildet.

In der nächsten Phase (29. Tag, 5-6 mm) vereinigen sich die „longitudinal neural arteries“ zur Arteria basilaris. Das rostrale Ende der Arteria basilaris anastomosiert mit der Arteria carotis interna. Dieses Verbindungsstück ist auch als Arteria



communicans posterior bekannt. Zur gleichen Zeit etwa beginnt die Arteria trigeminalis sich zurückzubilden, wobei diese zum Teil bei Erwachsenen als eine Anastomose erhalten bleibt.

Am 32. Tag (7-12 mm) gibt der proximale Anteil der Arteria cerebri posterior jeweils zwei Äste ab, die das Diencephalon und den Plexus chorioideus im Seitenventrikel versorgen. Im Bereich der Verbindungsstelle der Arteria communicans posterior mit der Arteria basilaris geht ein Gefäß hervor, welches das spätere Tectum mesencephali versorgt. Weiter kaudal entsieht die Arteria cerebelli superior.

In der darauffolgenden Phase (35. Tag, 12-14 mm) entwickeln und gestalten sich vor allem die Arteria communicans posterior, die Arteriae chorioideae und die Arteria basilaris weiter, so dass das Bild der Gefäße das des Erwachsenen ähnlicher wird.

Ab dem 40. Tag (16-18 mm) wird diese Anordnung immer deutlicher. Die Arteria cerebelli superior bildet nun zwei Anteile, einen medialen und einen lateralen.

Am 44. Tag etwa macht die Arteria communicans posterior einen Knick nach dorsokaudal, so dass sie mit der Arteria carotis interna einen 90° Winkel bildet. So erscheint es in manchen Gehirnen, dass die Arteria cerebri posterior von der Arteria carotis interna abgeht und nicht wie üblicherweise von der Arteria basilaris. Man spricht in solchen Fällen von einem *fetalen Typ*.

In der folgenden Phase (52. Tag, 40 mm) werden die Arteriae mesencephalicae, die am rostralen Ende der Arteria basilaris entspringen und die proximalen Anteile der Arteriae cerebri posteriores verbinden, deutlich.

Nach etwa zwei und halb Monaten sind die arteriellen Verhältnisse ähnlich wie beim Erwachsenen.

### **1.2.3. Venen**

Vorab muss klargestellt, dass die venöse Entwicklung länger als die arterielle dauert, so dass es auch nach der Geburt zu einigen Änderungen kommen kann. Wie beim arteriellen System wird eine Einteilung in acht Stufen empfohlen (Padget, 1957).

Zunächst (2-3 mm Embryo) liegen einfache venöse Verhältnisse vor. Dorsal auf dem Neuralrohr entsteht durch den Zusammenfluss der so genannten *anterioren* und *posterioren V. cardinalis* die *gemeinsame V. cardinalis*. Die posteriore Vene liegt kaudal, die anteriore Vene eher kranial.

Etwa um den 30. Tag (5-8 mm) wird dieser Kanal durch den *primären Kopfsinus* ersetzt, der jetzt nicht mehr direkt auf dem Hirn, sondern intradural liegt. Nach Streeter (1945) erfolgt die Drainage über drei oberflächliche Venenplexus: ein *vorderer*, ein *mittlerer* und ein *hinterer Plexus duralis*. Diese Plexus haben jeweils einen Stamm mit dem gleichen Namen, die ihrerseits in den Kopfsinus münden. Der vordere Plexus drainiert das Pros- und Mesencephalon, der mittlere das Metencephalon und der hintere das Myelencephalon. Die schon zu dieser Zeit existierende primitive Vena maxillaris mündet direkt in den *Kopfsinus*.

Durch die Ausweitung der cerebralen Hemisphären zwischen dem 30. und 32. Tag (6-12 mm) kommt es zur Weiterentwicklung des vorderen Plexus duralis. Nun sind primitive diencephale und telencephale Venen vorhanden. Neben diesen Strukturen erscheint ebenfalls ein primitiver *Marginalsinus*, der bei der Entstehung des späteren *Sinus sagittalis superior* und *Sinus transversus* beteiligt ist. Die primitive Vena jugularis interna geht aus der anterioren Hauptvene hervor.

Immer mehr trennt sich die Dura von der Pia. Ebenfalls wird ein Kanal, der die *Duralplexus* miteinander verbindet, gebildet (32. bis 40. Tag, 10-16 mm).

Durch diese Kanalbildung beginnt der Kopfsinus sich ab dem 40. bis 42. Tag (16-21 mm) zurückzubilden. Der Anteil, der den mittleren Stamm mit dem hinteren Stamm verbindet, bildet zusammen mit dem hinteren Stamm des Plexus duralis den späteren *Sinus sigmoideus*. Der *Sinus transversus* entsteht aus dem Abschnitt zwischen dem vorderen und mittleren Stamm und einem Teil des *Marginalsinus*.

Etwa im Alter vom 42. bis 44. Tag (18-26 mm) sind der vordere Stamm und der *Kopfsinus* fast vollständig verschwunden. Aus den di- und telencephalen Venen entsteht der *Tentorialsinus*, der hauptsächlich die Hemisphären drainiert. Dieser wird schließlich zum *Sinus sphenoparietalis*. Die ventralen und dorsalen diencephalen und die tiefen telencephalen Venen bilden darüber hinaus später (60-80 mm) die basalen Venen. Der Sinus sagittalis superior und Sinus sagittalis inferior gehen aus dem Marginalsinus hervor. Ferner ist an der Entwicklung des *Confluens sinuum* der *Tentorialplexus* beteiligt, der durch die Verdrängung des vorderen und mittleren *Plexus duralis* zum Vorschein kommt (3 Monate, 60-80 mm). Ein weiterer wichtiger Sinus, der *Sinus rectus*, kommt durch das Wachsen des *sagitto-tentorialen Plexus* zustande.

Im weiteren Verlauf spielt für den Entwicklungsprozess das Wachstum der Hemisphären eine große Rolle.

Ab diesem Zeitraum etwa, also ab einer Größe von 80 mm, entwickeln sich die cerebellären Venen. Während die dorsalen Äste einerseits in den *Sinus transversus* drainieren, münden andererseits einige in eine intradurale *Lakune*, die wiederum in diesen Sinus fließt. Venen, die Blut von der Oberfläche des Kleinhirns transportieren, münden entweder in den Sinus transversus oder in den Sinus petrosus superior. Die venöse Drainage beim Neugeborenen gleicht weitgehend der des Erwachsenen.

#### **1.2.4.    Meningen**

Im folgenden soll die Entwicklung der Meningen in den frühen Entwicklungsstufen kurz zusammengefasst werden.

O’Rahilly und Müller (1986) beschrieben die Entwicklung der Meningen in ihrer hervorragenden Arbeit wie folgt: in Stufe 10 der Entwicklung (ca. 2-3,4 mm, ca. 22. Tag) wandern Zellen der Prächordalplatte und der Neuralleiste. Im nächsten Stadium beginnt die Vaskularisation um das Gehirn. Die Pia erscheint im Bereich des Rhombencephalon. In Stufe 12 (ca. 3-5 mm, ca. 26. Tag) entwickelt sich die Pia an den lateralen Wänden des Mesencephalon. Im weiteren Verlauf treten Gefäße ins Gehirn ein (Stufe 14, ca. 5-7 mm, ca. 32. Tag). Die Anlage des Tentoriums beginnt sich nun zu entwickeln. In der nächsten Stufe (Stufe 15, ca. 7-9 mm, ca. 33. Tag) ist die primäre Gehirnhaut nahezu um das gesamte Gehirn vorhanden. Die Pia mater ist in Stufe 17 (ca. 11-14 mm, ca. 41. Tag) komplett. In dieser Stufe wird auch die Dura-grenzschicht sichtbar. In der nächsten Stufe erkennt man die Area membranacea superior im Dach des vierten Ventrikel. Außerdem beginnt die Kavitation in der primären Gehirnhaut. Der Sinus sigmoideus und transversus liegen dann intradural (Stufe 19, ca. 16-18 mm, ca. 48. Tag). In diesem Entwicklungszeitraum erkennt man auch den Plexus choroideus des vierten Ventrikels. In der anschließenden Stufe 20 (ca. 18-22 mm, ca. 51. Tag) entwickelt sich die Falx cerebri rostral und der Plexus choroideus der Seitenventrikel wird deutlich. In Stufe 22 (ca. 23-28 mm, ca. 54. Tag) erreicht die Duragrenzschicht das Mittelhirn, überzieht aber nicht dessen Dach. Außerdem wird die zukünftige Cisterna cerebellomedullaris begrenzt. Am Ende dieser Embryonalperiode (Stufe 23, ca. 27-31 mm, ca. 57. Tag) ist die Dura-grenzschicht fast im gesamten Rhombencephalon und Mesencephalon vorhanden, wohingegen sie im Prosencephalon nur in den angrenzenden Bereichen der Fossa lateralis zu erkennen ist.

### **1.3. Einteilung der Incisura tentorii**

Die neurovaskulären Strukturen der Incisura tentorii stellen eine der komplexesten Regionen im Hirn dar. Ein besseres Verständnis für die Anatomie und Topographie erhält man, wenn man diese schwer erfassbare Region aufteilt, um sich dann die Beziehungen der Strukturen zueinander klarzumachen.

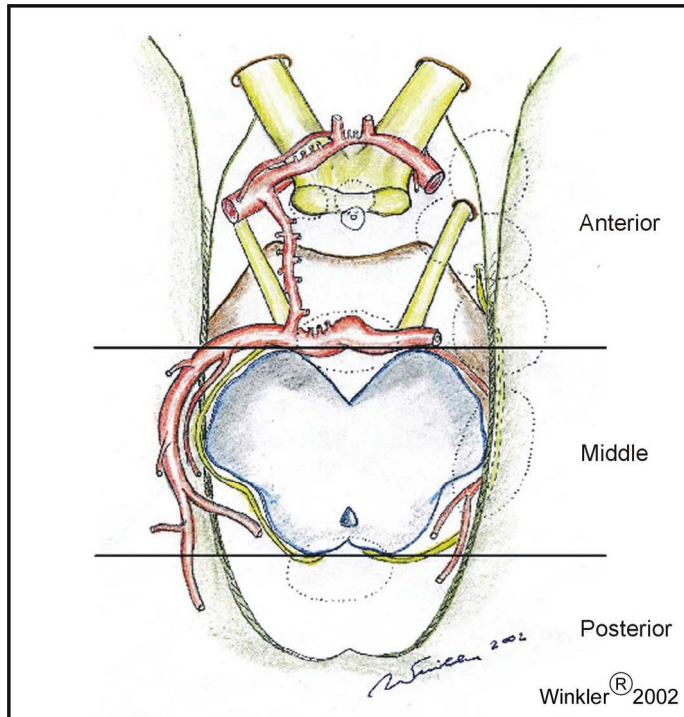
Wir haben, wie schon von anderen Autoren (Ono, 1984) vorgeschlagen, eine Dreieinteilung vorgenommen. Dabei unterscheiden wir einen vorderen, einen mittleren und einen hinteren Bereich (siehe Abb. 2). Eine grobe Begrenzung stellt die Beziehung zum Hirnstamm dar. Bis zum Vorderrand befindet sich dann der vordere, zwischen dem Vorder- und dem Hinterrand der mittlere und dorsal des Hinterrandes der hintere Bereich.

Der vordere Teil der Incisura wird nach kranial vom Rostrum des Corpus callosum, von der Lamina terminalis und der medialen Fläche des Frontallappens begrenzt. Die hintere Begrenzung stellt wie schon erwähnt eine gedachte Linie an der Vorderfläche des Hirnstamms dar. Nach vorne erstreckt sich die vordere Inzisur bis zum Clivus. Nach lateral zieht sie dann bis in die Sylvische Fissur.

Der mittlere Bereich der Incisura befindet sich im Großen lateral vom Hirnstamm und medial vom Temporallappen im oberen und vom Kleinhirn im unteren Abschnitt. Diese mediale Begrenzung wird vom Sulcus pontomesencephalicus unterteilt, der sich auf Höhe des freien Randes des Tentoriums befindet. Eine weitere Unterteilung der mittleren Inzisur stellt der Sulcus lateralis mesencephali dar. Wir differenzieren somit einen größeren vorderen, der vom Pedunculus cerebri gebildet wird, und einen kleineren hinteren Anteil, der sich über das Tegmentum erstreckt. Diesem werden das Trigonum lemnisci und das Brachium colliculi inferioris zugeordnet. Nach oben wird der mittlere Abschnitt vom hinteren Anteil des Tractus opticus und von der Unterfläche des Pulvinars gebildet. Eine gedachte Linie an der hinteren Fläche des Hirnstamms, genauer der Vierhügelplatte, trennt den mittleren vom hinteren Anteil der Inzisur. Unterhalb des Tentoriums steht die mittlere Inzisur mit dem vorderen Abschnitt der Fissura cerebellomesencephalica in Verbindung.

Das Dach der hinteren Inzisur wird vom Endabschnitt des Crus fornicis, Unterfläche des Spleniums und der Commissura hippocampalis („Psalterium“) gebildet. Nach vorn reicht dieser Raum bis zum Corpus pineale, zur Commissura habenularum und zum Trigonum habenulae. Ferner wird der untere Anteil der vorderen Begrenzung medial von der Lingula der Vermis und lateral vom Pedunculus cerebellaris superior

gebildet. Das Pulvinar, das Crus fornicis und die mediale Oberfläche der Hemisphären schließen den hinteren Raum nach lateral ab. Das Culmen vermis und der Lobus quadrangularis des Kleinhirns stellen die hintere und die Fissura cerebello-mesencephalica stellt die untere Begrenzung dar.



**Abb. 2:** Einteilung der Incisura tentorii in einen vorderen, mittleren und hinteren Abschnitt.

#### **1.4. Häufige Läsionen im Bereich der Incisura tentorii**

Es gibt verschiedene pathologische Prozesse, die durch einen Zugang zur Incisura tentorii erreicht werden. Es bietet sich wegen der besseren Übersicht und der Gliederung ebenfalls an, sich an die drei im vorherigen Abschnitt erwähnten Teile der Incisura zu orientieren: vorderer, mittlerer und hinterer Bereich.

##### **Vorderer Bereich der Incisura tentorii**

Zu den tumorösen Prozessen in dieser Region gehören u.a. Kraniopharyngeome, Clivuschordome, Hypophysenadenome, Meningeome des Tuberculum sellae und des Clivus, Keilbeinflügelmeningeome, Oculomotoriusneurinome, Teratome und Gliome des Hypothalamus und des Nervus opticus (Rhoton, 1981). Bei vaskulären Prozessen spielen neben den sacciformen Aneurysmen, von denen sich ein Großteil (ca. 95%) in diesem Bereich befindet, die arteriovenösen Malformationen (AVM) eine Rolle.

### **Mittlerer Bereich der Incisura tentorii**

In diesem Abschnitt kommen neben Meningeomen der Felsenbeinspitze, des freien Randes des Tentoriums und des Meckelschen Cavums auch Temporallappengliome, Trochlearis- und Trigemimusneurinome und AVM's des Temporallappens vor (Potts, 1963; Ho, 1981). Die Aneurysmen dieser Region betreffen die Arteria cerebelli superior, vor allem an der Aufteilung in den medialen und lateralen Anteil, und die Arteria cerebri posterior (Papo, 1977; Pia, 1977). Außerdem wird der mittlere Teil der Incisura bei der Epilepsiechirurgie, nämlich bei der Amygdalohippokampektomie und der Lobektomie des Temporallappens und der Operation von Trigemimusneuralgien beansprucht.

### **Hinterer Bereich der Incisura tentorii**

Pathologische vaskuläre Prozesse beinhalten AVM's des Okzipitallappens und des Kleinhirns und Aneurysmen der Vena cerebri magna (Galenische Vene). Weitere bedeutende Läsionen im hinteren Bereich sind Pinealistumore, Gliome des Pulvinar, der Vierhügelplatte, des Spleniums und des Kleinhirns, Meningeome der Tela chorioidea des Velum interpositum und Atriums und Meningeome, die von der Verbindung zwischen der Falx und dem Tentorium ausgehen.

## **1.5. Mikrochirurgische Zugänge zur Incisura tentorii**

Wie schon im letzten Abschnitt erwähnt gibt es im Bereich der Incisura eine Reihe von pathologischen Veränderungen, die über verschiedene Zugangswege operiert werden können (s. Abb. 3). Der gewählte Zugang ist abhängig von der Läsion selbst und noch wichtiger von ihrer Lokalisation innerhalb der Incisura. Daher werden im folgenden die Zugangswege den verschiedenen Teilen der Incisura zugeordnet.

### **1.5.1. Zugänge zur vorderen Inzisur**

Prozesse im vorderen Bereich der Incisura tentorii können über einen ***anterioren-interhemisphärischen, frontotemporalen, bifrontalen, subfrontalen*** mit einer weiteren Untergliederung in *subchiasmatisch, optococarotid, Lamina terminalis* und

*transfrontal-transsphenoidal*, **subtemporalen** und **transsphenoidalen** Zugang erreicht werden.

Bei den Operationen in der vorderen Inzisur bietet die Liliequist-Membran, welche sich vom Dorsum sellae zum Vorderrand der Mamillarkörperchen erstreckt, eine Einteilungsmöglichkeit der Lokalisation pathologischer Prozesse. Aneurysmen vor dieser Membran werden frontotemporal und diejenigen dahinter fronto- oder subtemporal operiert (Yaşargil, 1976a; Samson, 1978; Drake, 1979). Bifrontale Zugänge sind notwendig, wenn die Tumoren sich über beide Fossae cranialis anteriores erstrecken. Läsionen unterhalb des Rostrums, vor allem wenn sie in das Genu Rostrum einwachsen, können frontal interhemisphärisch und Tumore, die vor der Liliequist-Membran wachsen, können subfrontal oder transsphenoidal angegangen werden.

### **1.5.2. Zugänge zur mittleren Inzisur**

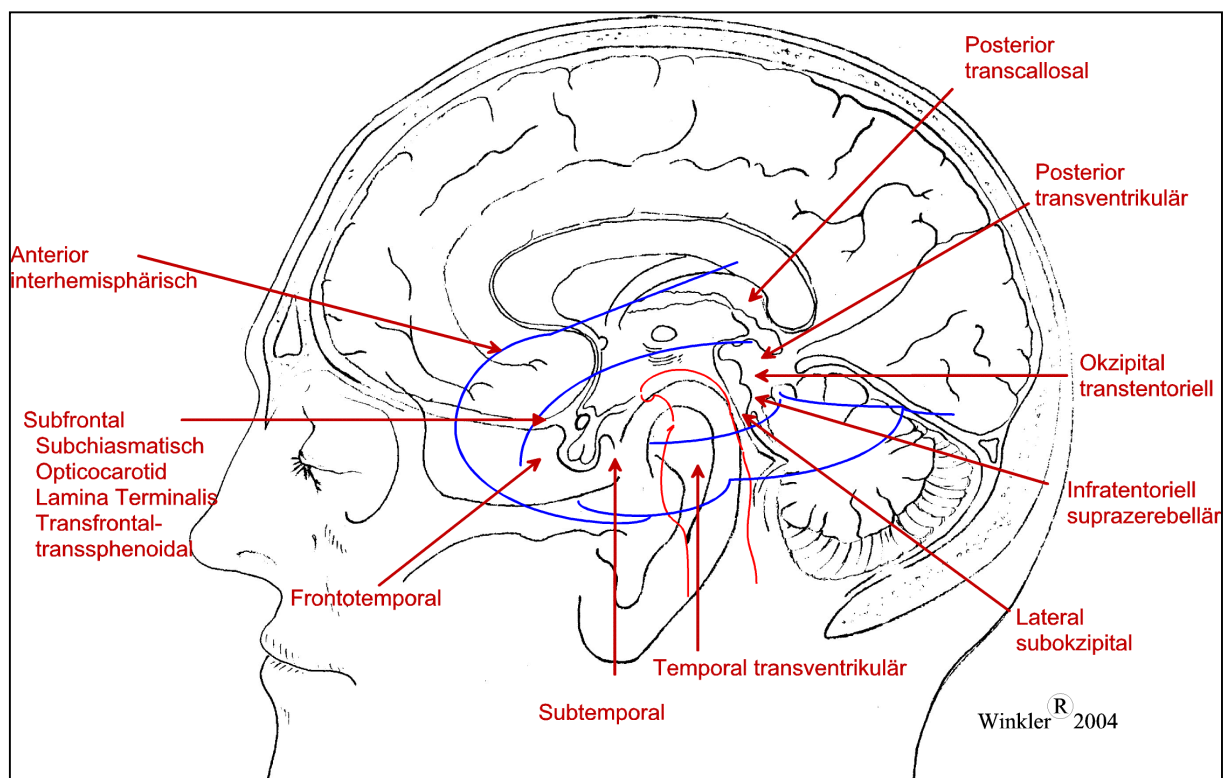
Zu den Zugangswegen zur mittleren Inzisur gehören der **subtemporale**, **posterior-frontotemporale**, **temporal-transventrikuläre** und **lateral subokzipitale**.

Der transventrikuläre Weg eignet sich für Läsionen des Temporalhorns, Hippocampus, der Fissura chorioidea und des oberen Bereichs der mittleren Inzisur (Heros, 1982). Die Indikation für den subokzipitalen Zugang wird bei Prozessen an der Trigeminiwurzel gestellt (Hardy, 1980). Tumore im Bereich der Zisternen um die Incisura tentorii können subtemporal erreicht werden. Wenn man die subtemporale mit der subokzipitalen Kraniotomie kombiniert, wird der Zugang zu präpontinen und cerebellopontinen Läsionen ermöglicht.

### **1.5.3. Zugänge zur hinteren Inzisur**

Für diesen Teil der Incisura werden der **posterior-transcallosale**, **posterior-transventrikuläre**, **okzipital-transtentorielle** und **infratentoriell-supracerebelläre** Zugang angewandt.

Die letztgenannten eignen sich als Zugänge zum Corpus pineale, wobei der okzipital transtentorielle vor allem für Prozesse oberhalb (Lazar, 1974; Yaşargil, 1976b; Martin, 1982) und der infratentoriell-supracerebelläre für Läsionen unterhalb des Tentoriumrandes verwendet wird (Stein, 1979; Krause, 1911). Transventrikulär geht man vor, wenn man Tumore der hinteren Inzisur oder Pathologien im hinteren Anteil des Seitenventrikels operieren möchte (Van Wagenen, 1931). Falls Tumore in das Splenium oberhalb der Galenischen Vene einwachsen, kann der transcallosale Zugang notwendig werden (Dandy, 1936).



**Abb. 3:** Laterale Ansicht von operativen Zugangswegen zur vorderen, mittleren und hinteren Inzisur. In blau wird der Temporallappen und in rot der Hirnstamm angedeutet.



## **2. ZIELE UND FRAGESTELLUNGEN**

Einer der möglichen Zugangswege zur Incisura tentorii stellt der subtemporale Zugang dar. Wie bei jedem Zugang ist die Kenntnis der Anatomie wichtig. Da der subtemporale Zugang eine größere Herausforderung als andere Wege an den Operateur stellt, ist es daher verständlich, dass detaillierte Angaben über die Anatomie für den Neurochirurgen unerlässlich sind. Er muss wissen, welche Strukturen wo und wie verlaufen und ob es verschiedene Normvarianten für den Verlauf der Strukturen gibt. Der Operateur kann sich somit im Vorfeld bewusst machen, welche Strukturen ihn beim Zugang behindern und welche die Operation erleichtern könnten, weil er sich an diesen Strukturen orientieren kann.

Ziel dieser Arbeit ist es, die

- neurochirurgische Mikroanatomie beim subtemporalen Zugang zur Incisura tentorii zu beschreiben,
- zu vermessen und
- zuverlässige Landmarken für den Chirurgen zu bieten.

Es wurde großen Wert auf eine fundierte Darstellung der vaskulären Strukturen gelegt, damit eine Standardisierung des Zugangs und eine Klassifikation von Gefäßen erfolgen kann. Diese Daten sollten klinisch bei Operationen behilflich sein.

### **2.1. Oberflächliche Landmarken für die Mikrochirurgie**

Wie schon oben erwähnt, können Landmarken dem Operateur die Orientierung im Operationsgebiet erleichtern, so dass dieser sich an diesen Strukturen halten kann. Im Rahmen der Präparationen sollten nun ebensolche Strukturen ausfindig gemacht werden.

Folgende Fragestellungen sollten nun überprüft werden:

- Ist diese Struktur leicht auffindbar?
- Handelt es sich um eine konstante Struktur?
- Liegt Reproduzierbarkeit vor?

## **2.2. Beschreibung der Neuroanatomie**

Der nächste Schritt war die Untersuchung der neurochirurgischen Mikroanatomie durch Mikrodissektionen unter dem Operationsmikroskop bei einem subtemporalen Zugang zur Incisura tentorii unter besonderer Beachtung der mesencephalen Strukturen und Gefäße und des Trigonum lemnisci.

Folgende Punkte waren bei den Präparationen zu beachten:

- Welche neuralen Strukturen sind zu erkennen?
- Welche Arterien und Venen werden identifiziert?
- Wie verlaufen diese Gefäße?
- In welcher Beziehung stehen die Gefäße zueinander?
- Wo entspringen bzw. welches Gebiet drainieren diese Gefäße?
- Können Gefäße als Landmarken isoliert werden?
- Welche Versorgungsgebiete haben diese Gefäße?

## **2.3. Bestimmung von Größen der vaskulären Strukturen**

Neben der Beschreibung und der Darstellung der Gefäße erachten wir die Größenbestimmungen für besonders wichtig, um die Anatomie dieser komplexen Region besser verdeutlichen und die Verhältnisse genauer darlegen zu können. Insbesondere konzentrierten wir uns auf Bestimmung der Außendurchmesser, Längen von Gefäßen und Gefäßabschnitten. Mit Hilfe dieser Daten kann sich der Operateur ein besseres und genaueres Bild vom Mesencephalon und dem Gebiet der Incisura tentorii machen.

## **2.4. Bedeutung für die mikrochirurgische Operationstechnik**

Abschließend werden nun folgende Fragen aufgeworfen:

- Kann man aus den gewonnenen Daten eine verbesserte Operationstechnik ableiten?
- Müssen bei der Operation bestimmte Punkte berücksichtigt werden, wie die Einlage von Liquordrainagen oder bestimmte Lagerungstechniken?
- Welche Vor- und Nachteile liefert der subtemporale Zugang?
- Welche Grenzen und welche Indikationen gibt es für diesen Zugang?

### **3. MATERIAL UND METHODEN**

#### **3.1. Untersuchungsmaterial (Präparate)**

Im Zeitrahmen vom September 2001 bis Oktober 2002 untersuchten wir 26 formalinfixierte (Formalin 4%) ganze Erwachsenengehirne ohne pathologische Veränderungen. Die Präparate wurden uns freundlicherweise vom Rechtsmedizinischen Institut der Ludwig-Maximilians-Universität zur Verfügung gestellt. Unmittelbar nach der Entnahme wurden die Gehirne in der Formalinlösung freischwimmend, an der Arteria basilaris aufgehängt, fixiert. Sämtliche Präparationen wurden im Labor für Neurochirurgische Mikroanatomie unter der Leitung von Herrn Priv. Doz. Dr. Winkler durchgeführt.

Es wurden die Präparatnummer, Geschlecht, Alter und das Gewicht der Präparate festgehalten. In 88,5% (23 Gehirne) bzw. in 11,5% (3 Hirne) waren die Präparate männlich bzw. weiblich. Es konnte ein Durchschnittsalter von 34,3 Jahren (20 bis 55 Jahren) ermittelt werden.

#### **3.2. Messtechnik und Messinstrumentarium**

Für die Bestimmung der Außendurchmesser der Gefäße und für Längenbestimmungen unter dem Operationsmikroskop benutzten wir eine digitale Mikrometerschraube (Mitutoyo<sup>®</sup>, Digimatic CD-15B, Andover, UK), der das Ergebnis mit zwei Stellen hinter dem Komma (Messung in mm) angab.

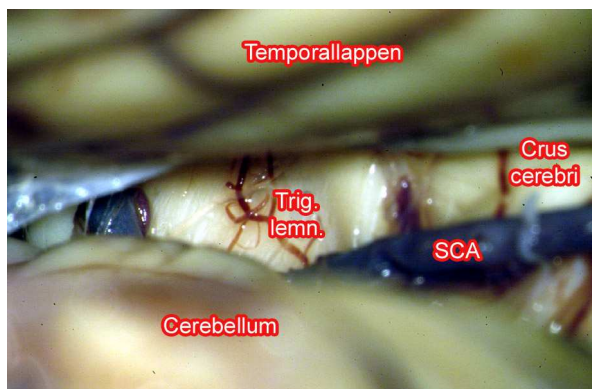
Weiterhin verwendeten wir Millimeterpapierstreifen, die feucht und straff angelegt wurden. Diese Art der Messung wurde für die Ausmessung eines gefäßfreien Areals im Bereich des Trigonum lemnisci verwendet.

#### **3.3. Präparation**

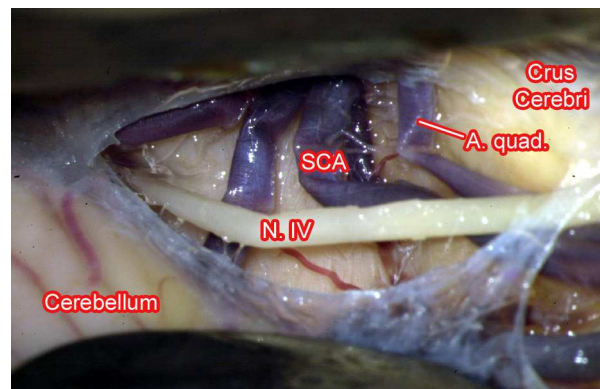
Ein bis zwei Wochen nach der Fixierung der Gehirne erfolgten die Präparationen. Zur Präparation wurden die Gehirne in einer Plastikschiene, dessen Boden der Hirnoberfläche ähnelt und in der die Präparate still lagen, seitlich gelagert. Dabei befand sich die Mantelkante kranial. Für die Untersuchungen wurde ausschließlich

mikroneurochirurgisches Operationsinstrumentarium und ein Operationsmikroskop der Firma Zeiss (OPMI 1 FC<sup>®</sup>, Oberkochen) verwendet.

Zunächst suchten wir bei den Präparationen auf subtemporalen Weg von basolateral den Sulcus lateralis mesencephali unter Retraktion des Temporallappens und des Cerebellums auf. Es erfolgte die Inzision der Arachnoidea, die stumpf abgetragen wurde (s. Abb. 4 und 5). Nach diesem Schritt begann die systematische Präparation von ventral nach dorsal mit exakter Darstellung der Gefäße. Hierfür mussten die Hirne umgelagert werden, so dass das Mesencephalon von frontolateral präpariert werden konnte. In weiteren Arbeitsgängen erfolgte die Darstellung der Strukturen von weiter dorsal. Abschließend wurde das Kleinhirn an seinen Pedunculi abgesetzt, so dass man in den vierten Ventrikel Einblick hatte. Damit wollten wir eine bessere Beurteilbarkeit der Temporalgefäße und des Endverlaufs der Arteria cerebri posterior erreichen.



**Abb. 4:** Erste Ansicht von rechts auf das Mesencephalon nach Inzision der Arachnoidea. SCA Arteria cerebelli superior, Trig. lemn. Trigonum lemnisci.



**Abb. 5:** Ein weiteres Beispiel für den Blick auf das Mesencephalon von der rechten Seite. SCA Arteria cerebelli superior, A. quad. Arteria quadrigeminalis, N. IV Nervus trochlearis.

### 3.3.1. Oberflächliche Landmarken

Wie oben schon erwähnt suchten wir zunächst den Sulcus lateralis mesencephali auf, da er sich als eine oberflächliche Leitstruktur gut eignet (nähere Erläuterungen zu diesem Aspekt siehe unter 5.4). Um diesen Sulcus identifizieren zu können, wurde das Gehirn seitlich mit einer leichten Drehung zur Gegenseite, so dass der Okzipitalpol nicht ganz genau nach hinten zeigte, sondern sich mehr dem Beobachter zuneigte, gelagert. Mit zwei Spateln wurden nun von einem Helfer das Kleinhirn und der Temporallappen voneinander unter leichtem Zug getrennt. Unter

dem Mikroskop war es dann möglich, von lateral diese Region, d.h. den Übergang vom Crus cerebri zu tegmental Strukturen des Mesencephalons, genauer zu betrachten, um dann an geeigneter Stelle die Inzision der Arachnoidea vorzunehmen. Nach der Inzision war es dann möglich, den Sulcus lateralis mesencephali darzustellen. Da dieser Sulcus in allen Präparaten gefunden wurde, diente er als erste Landmarke am Mesencephalon für alle Präparationen.

Eine weitere Landmarke, die jedoch erst bei tieferen Präparationen aufgesucht wurde, war der Tractus opticus. Dieser Schritt war hilfreich beim Aufsuchen der Vene basalis. Um den Tractus darstellen zu können, verfolgten wir ihn in seiner gesamten Länge von laterobasal. Notwendig dafür war eine starke Retraktion des Temporallappens vom Mittelhirn. Mit diesem Arbeitsgang konnte die Vena basalis und dessen Verbindung mit der Vena mesencephalica lateralis gezeigt werden.

### **3.3.2. Dissektionen**

#### **3.3.2.1. Arterien**

Nachdem der Sulcus lateralis mesencephali dargestellt wurde, begann die systematische Präparation der Arterien von ventral nach dorsal. Zunächst wurde die Aufteilung der Arteria basilaris in die Arteriae cerebri posteriores aufgesucht. Die geeignete Lagerung hierfür war ebenfalls eine seitliche Lagerung, bei der jedoch der Frontalpol dem Beobachter zugeneigt wurde. Um einen genauen Überblick zu erlangen, wurde nun die Arachnoidea inzidiert und stumpf abpräpariert. Für die weiteren Präparationsschritte wurde wieder die seitliche Lagerung eingenommen, die jedoch für die Beurteilung der Endabschnitte der Arterien so modifiziert wurde, dass man von dorsolateral diese Region betrachten konnte. Die Reihenfolge der Präparation der Gefäße, die nachstehend erläutert werden, orientierte sich an den Abgängen der Arteria cerebri posterior bis auf eine Ausnahme, und zwar die Arteria cerebelli superior, die bekanntermaßen aus der Arteria basilaris entspringt.

Dementsprechend war das erste Gefäß, welches wir untersuchten, die Arteria cerebelli superior. Wir beobachteten den Verlauf dieser Arterie und dessen Aufteilung in die zwei Hauptäste, nämlich in einen medialen und lateralen Anteil. Diese wiederum wurden bis zum Ende auf dem Kleinhirn verfolgt und genau dokumentiert. Wie bei allen übrigen Gefäßen wurden auch bestimmte Größen vermessen, die

später genauer erläutert werden. Wichtige neurale Strukturen, die bei der Dissektion beachtet werden mussten, waren der pontomesencephale Übergang und der Nervus trochlearis.

Die Arteria cerebri posterior weiter verfolgend sind als wichtige Abgänge die Arteria circumferentialis brevis und die Arteria quadrigeminalis zu erwähnen. Bei der Darstellung dieser Gefäße wurde besonders auf den Verlauf auf dem Mesencephalon geachtet. Wie schon der Name vermuten lässt, ist der kurze Ast nicht sehr weit reichend, so dass dieser meist nur das Crus cerebri umschlingt. Bei der Arteria quadrigeminalis kann wiederum aus dem Namen erschlossen werden, dass hier die Beobachtung bis zur Vierhügelplatte erfolgen sollte, um den Gesamtverlauf und dessen Abgänge beschreiben zu können.

Das nächste Gefäß, welches präpariert wurde, war die Arteria chorioidea\* posterior medialis. Neben der Beschreibung des Verlaufs musste hier beachtet werden, ob es sich wirklich um dieses Gefäß handelt, da es in diesem Bereich einige Variationen der Arterien gibt. Für die Überprüfung musste das Gefäß über die Pinealisregion bis zum Eintritt in den dritten Ventrikel verfolgt werden.

Bevor die nächsten Arterien beschrieben werden konnten, erfolgte die Entfernung des Kleinhirns. Dabei wurden zunächst alle Gefäße, die zum Cerebellum führten, und die Pedunculi cerebelli durchtrennt. Diese Art der Entfernung hatte den Vorteil, dass wir das Kleinhirn entnehmen konnten ohne Schäden am Mittelhirn zu setzen und ohne durch zu starken Zug Gefäßverläufe zu verändern.

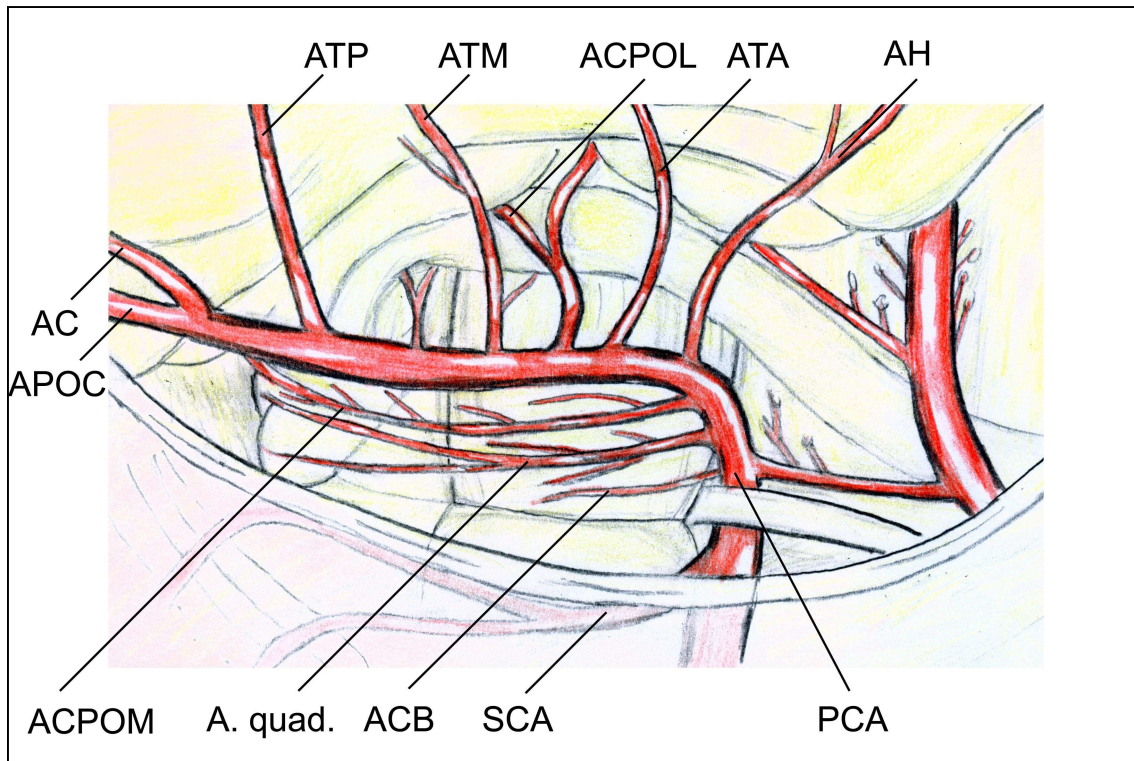
Durch diesen Schritt wurde eine einfache Darstellung der Temporalarterien ermöglicht, weil auch ein Blick von basal erfolgen konnte. Da es eine Vielzahl von Abgangsmöglichkeiten und -variationen dieser Gefäße gibt, wird an dieser Stelle auf eine genauere Darlegung verzichtet und auf den Ergebnisteil hingewiesen. Anhand des weiteren Verlaufs auf der basalen Fläche des Temporallappens konnten die einzelnen Gefäße identifiziert und zugeordnet werden.

Abschließend wurde nun die Arteria cerebri posterior untersucht, die durch eine starke Retraktion des Temporallappens ermöglicht wurde. Wir konzentrierten uns auf die einzelnen Gefäßsegmente (P1, P2, P3) und selbstverständlich auf die Endaufteilung in die Arteria calcarina und Arteria parietooccipitalis. Für die Identifikation dieser Gefäße wurde die Aufteilung der Arteria cerebri posterior

---

\*In der Nomenklatur wird statt chorioidea der Terminus chorioidea verwendet, jedoch stammt dieser Name aus dem Griechischen χοριον = Chorion (Zotte) ab.

aufgesucht, die zum Teil nicht mehr oberflächlich, sondern tief im Sulcus calcarinus zu finden war. Weiterhin wurden der Sulcus calcarinus und der Sulcus parietooccipitalis mittels Mikrodissektion stumpf erweitert, damit man anhand des Verlaufs in den Sulci die Gefäße besser zuordnen konnte.



**Abb. 6:** Übersicht der Arterien auf dem Mesencephalon der rechten Hemisphäre von lateral (nach Ono, 1984). PCA A. cerebri posterior, SCA A. cerebelli superior, ACB A. circumferentialis brevis, A. quad. A. quadrigeminalis, ACPOM A. chorioidea posterior medialis, APOC A. parietooccipitalis, AC A. calcarina, ATP A. temporalis posterior, ATM A. temporalis media, ACPOL A. chorioidea posterior lateralis, ATA A. temporalis anterior, AH A. hippocampalis.

### 3.3.2.2. Venen

Die Präparation der Venen erfolgte in den entsprechenden Arealen zeitlich nach den Arterien, da die Venen ja bekanntermaßen direkt auf dem Hirn liegen. Wie bei den Arterien schon erwähnt wurden auch Messungen durchgeführt, die an anderer Stelle erläutert werden.

Die erste und für unsere Untersuchung wichtigste Vene war die Vena mesencephalica lateralis. Nach der Inzision der Arachnoidea über dem Sulcus lateralis mesencephali konnte zunächst ein kurzer Überblick über den Verlauf der Vene und dessen Beziehung zum Sulcus verschafft werden. Die weitere Beurteilung

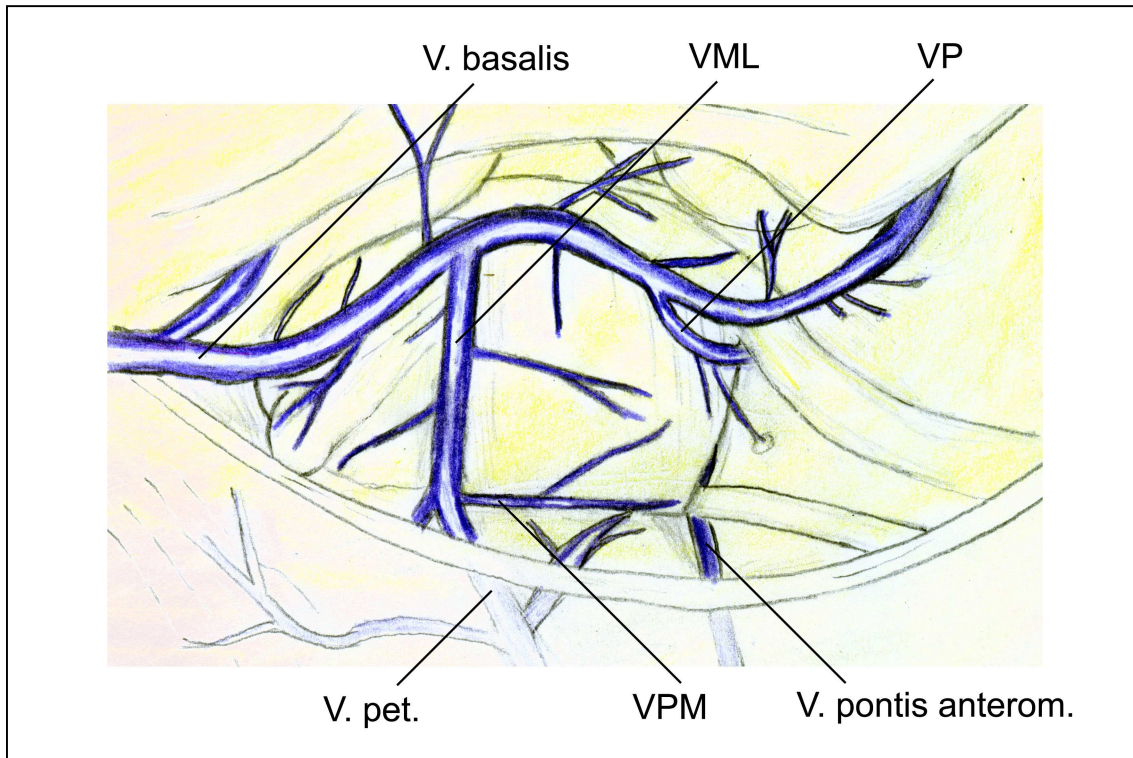
fand dann vor der Absetzung des Cerebellums, somit nach der Beschreibung der meisten Arterien, statt. Die Vene wurde in seiner Ausbreitung nach kranial bis zur Einmündung in die Vena basalis und nach kaudal bis zur Einmündung in die Vena petrosa verfolgt.

Als eine weitere Vene, die wir unter die Lupe nahmen, ist die Vena pontomesencephalica zu nennen. Durch den Namen wird schon verdeutlicht, wo und wie diese Vene verläuft, so dass ihre Lokalisation keine großen Schwierigkeiten bereitete. Aufgrund ihres geringen Kalibers jedoch musste mit großer Vorsicht und Aufmerksamkeit präpariert werden, um sie gut darstellen zu können. Uns interessierte neben dem Verlauf auch ihre Drainage.

Nach der Entfernung des Kleinhirns und der Darstellung der übrigen Arterien (siehe oben) konnte mittels Spatelretraktion der Temporallappen vom Mittelhirn abgehoben werden, damit die Vena basalis und die in sie einmündende Vena peduncularis zum Vorschein kamen. Diese Einmündung war meist im mittleren Bereich des Mesencephalons am Tractus opticus zu finden. Am Tractus entlang wurde die Vena basalis bis zur Einmündung der Vena mesencephalica freigelegt.

Neben der Beschreibung dieser Venen wurde untersucht, ob weitere Venen im Bereich des Mesencephalons ausfindig gemacht werden konnten. Hierzu wurden die schon beschriebenen Venen nochmals genauer auf weitere Einmündungen überprüft, um diese Strukturen weiter verfolgen zu können. Unser Ziel war, die Drainagegebiete dieser Venen zu verdeutlichen.





**Abb. 7:** Übersicht der Venen auf dem Mesencephalon der rechten Hemisphäre von lateral (nach Ono, 1984). V. *pontis anterom.* V. *pontis anteromediana*, VPM V. *pontomesencephalica*, V. *pet.* V. *petrosa*, VML V. *mesencephalica lateralis*, VP V. *peduncularis*.

### 3.3.2.3. *Trigonum lemnisci*

Neben der Dissektion der Gefäße wurde auch das Trigonum lemnisci dargestellt. Dieser Schritt erfolgte während der Präparation der Arterien, und zwar nachdem die Präparationen an der Arteria cerebelli superior und der Arteria quadrigeminalis abgeschlossen worden waren. Vorsichtig wurde in diesem Bereich die Arachnoidea stumpf abpräpariert, so dass man das Trigonum besser beurteilen konnte. Die Entfernung der Arachnoidea beschränkte sich nur aufs Trigonum lemnisci, so dass weitere Strukturen und Venen dieser Region noch geschützt blieben.

## 3.4. Vermessungen

Die Präparation aller Strukturen diente sowohl zur Beschreibung als auch als Vorbereitung für Messungen, die im folgenden einzeln aufgeführt werden. Auch an dieser Stelle wird bei der Darlegung die Reihenfolge Arterien – Venen – Neurale Strukturen beibehalten.

Alle Messungen konnten bis auf einige Ausnahmen, auf die in den Abschnitten „Venen“ und „Neurale Struktur“ gesondert eingegangen wird, mit Hilfe einer digitalen Mikrometerschraube, exakt durchgeführt werden.

### **Arterien**

Bei allen Arterien wurden der Außendurchmesser und der Abstand zwischen dem Ursprung des Gefäßes und der Bifurkation der Arteria basilaris in die Arteriae cerebri posteriores bestimmt. Weitere Messungen waren bei einigen Arterien noch notwendig.

Bei der Arteria cerebri posterior wurden die Außendurchmesser und Längen der einzelnen Segmente (P1, P2 und P3) und die Entfernung bis zur Aufteilung in die Arteriae parietooccipitalis und calcarina ausgemessen. Da die Temporalarterien sich meist ebenfalls aufteilten, wurden auch diese Außendurchmesser bestimmt. Das gleiche Prinzip wendeten wir auch an der Arteria quadrigeminalis an, jedoch wurde hier wiederum die Länge bis zur Aufteilung gemessen. Interessant war die Arteria cerebelli superior, die sich ebenfalls in zwei Äste – medialer und lateraler Ast – aufteilte. Wie schon mehrfach beschrieben wurden wie bei den übrigen Fällen sowohl die verschiedenen Durchmesser als auch die Gesamtlänge bis zur Teilung gemessen. Zum Teil erfolgten weitere Dickenbestimmungen, da diese Äste sich nochmals teilten.

### **Venen**

Wie im arteriellen Abschnitt wurden bei den Venen ebenfalls die Außendurchmesser exakt bestimmt. Die Vena mesencephalica lateralis wurde auf ihre Beziehung zum Sulcus lateralis mesencephali genauer untersucht. Mittels Millimeterpapierstreifen wurde der Abstand der Vene zum Sulcus zunächst im Bereich des Trigonum lemnisci und dann an seiner Einmündung in die Vena basalis ermittelt.

### **Neurale Strukturen**

Die Vermessung an neuralen Strukturen beinhaltete die Ausmessung eines gefäßlosen Areals im Bereich des Trigonum lemnisci als mögliches Inzisionsareal während einer Operation mittels eines Millimeterpapierstreifens.

### **3.5. Dokumentation**

Bei den Präparaten wurde folgende Daten festgehalten:

- Präparatnummer
- Geschlecht
- Alter des Verstorbenen
- Präparatsgewicht

Ins Präparationsprotokoll wurden dann Datum, Präparatsnummer und Hemisphärenseite aufgenommen. Tabellarisch – im Programm Microsoft Excel® - wurde für jedes Gefäß jeweils ein Feld für Identifikation, Ursprung bzw. Drainage, Verlauf, Außendurchmesser und Länge des Abstands bis zur Bifurkation der Arteria basilaris bereitgestellt und die entsprechenden Daten eingetragen. Anatomische Besonderheiten und die Ausmessung des Areal im Trigonum wurden ebenfalls in das Protokoll notiert.

Zur Veranschaulichung wurden Photographien mit einer digitalen Spiegel-Reflexkamera (Nikon D1®), welche an das Operationsmikroskop angeschlossen wurde, angefertigt. Bei den Mikroaufnahmen wurden auf einer gesonderten Liste den Bildern die anatomischen Strukturen, die besonders hervorgehoben wurden, genau zugeordnet, um spätere Verwechslungen zu vermeiden.

Die Topographie der Venen jeder Hemisphäre wurde einzeln auf einer Vorlage eingezeichnet. Hierfür wurde ein Übersichtsbild des Hirnstamms angefertigt.

### **3.6. Statistische Analyse**

Sämtliche Analysen und Tabellen wurden mit dem Programm MICROSOFT® EXCEL 2000 angefertigt. Es wurden ermittelt: Mittelwert, Standardabweichung, Minimal-, Maximalwert und die Varianz. Mit ADOBE PHOTOSHOP® 6.0 wurden die Photographien, die bei den Präparationen entstanden, bearbeitet.

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1. Arterien

Als kurze Wiederholung wird daraufhingewiesen, dass die Messungen vor allem die Außendurchmesser und Gefäß- und Gefäßabschnittslängen beinhalteten. Im folgenden Ergebnisteil werden im Textteil die Werte für rechts und links nicht getrennt aufgelistet, sondern nur die Gesamtwerte wiedergegeben. Detaillierte Angaben hierzu sowie die Varianz findet man in den entsprechenden Kapiteln in den Tabellen wieder. Die Reihenfolge der Ergebnisse der Arterien entspricht nicht der Reihenfolge der Präparationsschritte. Der Grund hierfür ist, dass man, nachdem man den Verlauf und die Ergebnisse der Arteria cerebri posterior kennt, die von diesem Gefäß abgehenden Arterien nun besser und einfacher einordnen und begreifen kann.

In der folgenden Tabelle sind die Arterien in topographischer Reihenfolge aufgeführt. Sie dient zum Überblick und gibt kurz die wichtigsten Fakten wieder.

Gefäß	Häufigkeit	Gefäßdurchm.	Spannweite
<b>A. cerebelli sup.</b>	100 % (52)	1,69 ± 0,21	1,13 - 2,35
<b>A. circ. brevis</b>	86,5% (45)	0,44 ± 0,09	0,27 - 0,70
<b>A. quadrigem.</b>	100% (52)	0,78 ± 0,15	0,48 - 1,19
<b>A. chor. post. m.</b>	100% (52)	0,85 ± 0,18	0,45 - 1,21
<b>A. temp. comm.</b>	26,9% (14)	2,04 ± 0,32	1,55 - 2,72
<b>A. temp. ant.</b>	98,1% (51)	1,19 ± 0,31	0,73 - 2,17
<b>A. temp. med.</b>	48,1% (25)	1,11 ± 0,27	0,68 - 1,56
<b>A. temp. post.</b>	100% (52)	1,63 ± 0,26	0,87 - 2,24
<b>P1-Segment</b>	100% (52)	2,48 ± 0,40	1,44 - 3,12
<b>P2-Segment</b>	100% (52)	2,38 ± 0,31	1,45 - 3,02
<b>P3-Segment</b>	100% (52)	1,86 ± 0,23	1,32 - 2,41
<b>A. calcarina</b>	100% (52)	1,26 ± 0,23	0,79 - 1,95
<b>A. parietoocc.</b>	100% (52)	1,52 ± 0,19	1,11 - 2,08

**Tab. 1:** Angabe der Häufigkeit und des mittleren Gefäßdurchmessers (in mm) mit der Standardabweichung und der Spannweite der Abgänge und der verschiedenen Abschnitte der A. cerebri posterior. *A. circ. brevis* A. circumferentialis brevis, *A. quadrigem.* A. quadrigeminalis, *A. chor. post. m.* A. chorioidea posterior medialis, *A. temp. comm.* A. temporalis communis, *A. temp. ant.* A. temporalis anterior, *A. temp. med.* A. temporalis media, *A. temp. post.* A. temporalis posterior, *A. parietoocc.* A. parietooccipitalis.

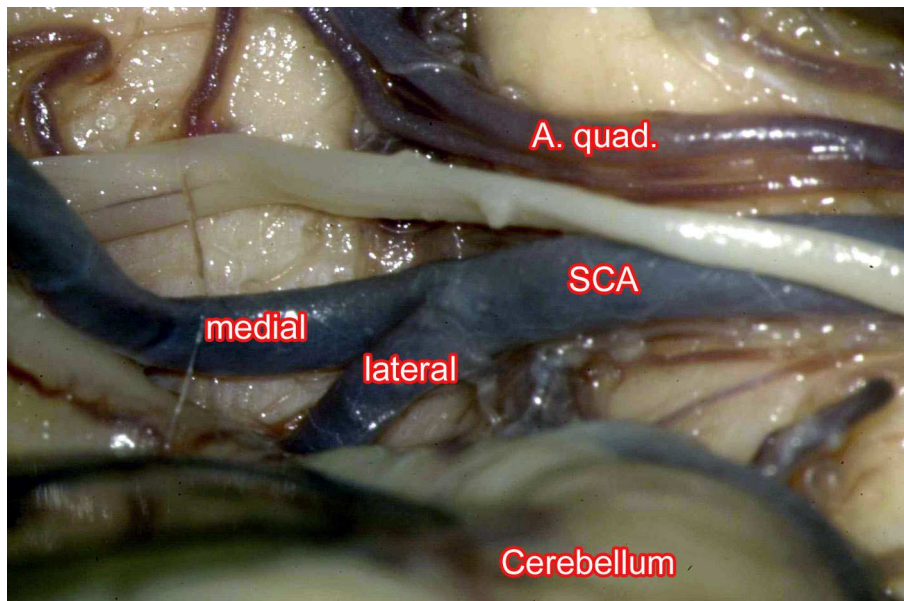
#### 4.1.1. Arteria cerebelli superior (SCA)

Es wird die gebräuchliche Abkürzung SCA aus der neurochirurgischen Literatur verwendet, welche sich aus dem englischen Terminus Superior Cerebellar Artery ableitet.

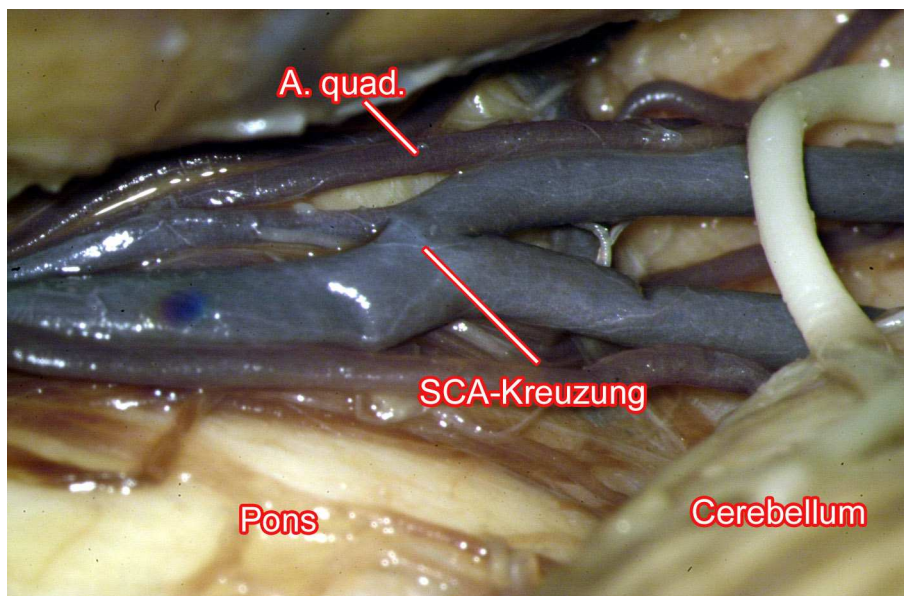
Bei der Arteria cerebelli superior unterschieden wir zwei Ursprungsvarianten. Bei der ersten und wesentlich häufigeren Variante, nämlich in 47 von 52 Fällen (90,4%), entsprang die SCA aus der Arteria basilaris. In den anderen fünf Fällen gingen der mediale und der laterale einzeln ab, wobei es hier wieder einen einzigen Sonderfall gab. Ein medialer Ast entsprang nämlich nicht wie gewöhnlich aus der A. basilaris sondern aus dem P1-Segment der A. cerebri posterior (3,71 mm von der Bifurkation der A. basilaris entfernt). Der Ursprung der A. cerebelli superior aus der Arteria basilaris war meist auf Höhe oder leicht unterhalb des pontomesencephalen Übergangs zu finden. Hierbei betrug der Abstand zwischen dem Ursprung der SCA und der Aufteilung der Arteria basilaris in die Arteriae cerebri posteriores im Mittel 2,56 mm (0,00 bis 5,72 mm) mit einer Standardabweichung von 1,12 mm. Neben dem schon beschriebenen Sonderfall gingen vier weitere mediale Äste mit einem Abstand von 1,34 bis 5,56 mm und fünf Rami laterales mit einem Abstand von 2,02 bis 6,49 mm von der Bifurkation entfernt aus der A. basilaris hervor.

Die SCA schmiegte sich unter dem Nervus oculomotorius an den Pedunculus cerebri und lief bei etwa der Hälfte der Fälle im Bereich des Sulcus pontomesencephalicus und bei der anderen Hälfte auf dem Pons nach dorsal. In ihrem Verlauf lief sie parallel zum N. trochlearis, A. cerebri posterior und V. basalis. Es wurden auch kleinere Äste zur Lamina tecti, zum Pedunculus, Pons und Corpus pineale abgegeben. Der Außendurchmesser der A. cerebelli superior, der bei 86,5% (45 von 52 Fällen) gemessen werden konnte, weil sie nur in so vielen Fällen als einzelner Ast abging, lag durchschnittlich bei 1,69 mm (1,13 bis 2,35 mm) mit einer Standardabweichung von 0,21 mm. Die fehlenden Werte werden dadurch erklärt, dass es neben den fünf Fällen, die getrennt aus der Arteria basilaris hervorgingen, zwei weitere Fälle gab, die ebenfalls nur einen Ursprung hatten. Jedoch teilte sich dieses Gefäß sofort wieder auf, um sich dann wieder nach kurzer Strecke zu vereinigen (siehe Abb. 9), so dass bei sieben Hemisphären die Kaliberbestimmung des Hauptstammes der SCA nicht erfolgen konnte. Bei diesen sieben Fällen (13,5%) lag eine Doppelung der A. cerebelli superior vor. Die Dicke des medialen Ramus der SCA mit einem Durchschnitt von  $1,36 \pm 0,24$  mm (0,84 bis 2,30 mm) und des lateralen Anteils mit einem Durchschnitt von  $1,20 \pm 0,22$  mm (0,83 bis 1,80 mm)

konnte in allen Hemisphären gemessen werden. Dabei betrug die Länge der A. cerebelli superior bis zur Aufteilung (s. Abb. 8) in beide Rami bei den 47 gemessenen Hemisphären im Mittel 20,77 mm (2,41 bis 45,23 mm) mit einer Standardabweichung von 11,76 mm.



**Abb. 8:** Aufteilung der A. cerebelli superior (SCA) in einen medialen und lateralen Ramus auf Höhe des Sulcus lateralis mencephali. Überkreuzt wird sie vom Nervus trochlearis. Oberhalb der Arterie verläuft die A. quadrigeminalis (A. quad.). Blick von lateral auf rechte Seite.



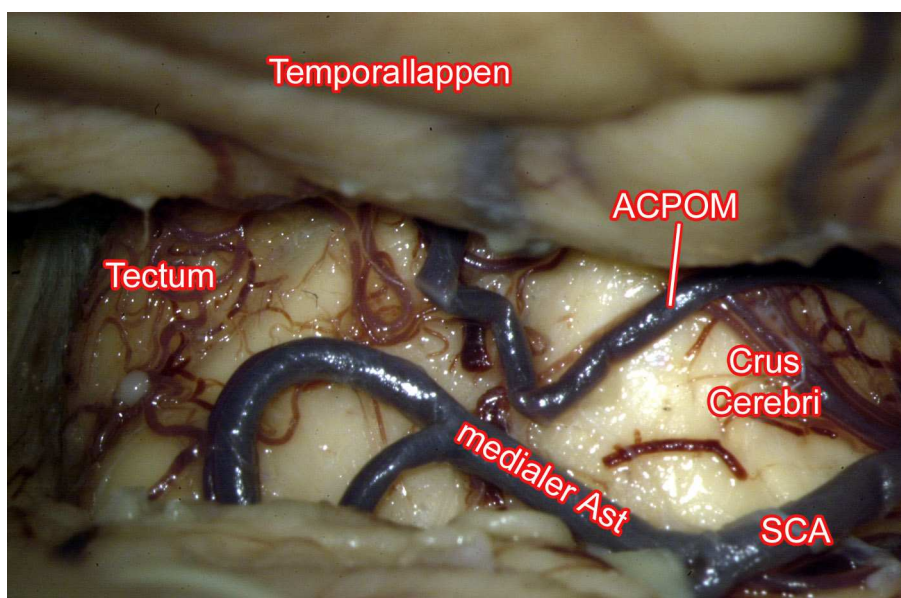
**Abb. 9:** Gedoppelte A. cerebelli superior, die sich vereinigt, um sich dann wieder aufzuteilen. Vereinigungsstelle als SCA-Kreuzung bezeichnet. Blick von lateral auf die linke Seite (Abkürzungen s. Abb. 8).

**Tab. 2:** Außendurchmesser von A. cerebelli superior (SCA), vom medialen und lateralen Ramus. *SCA Teilung:* Länge der Arterie vom Ursprung bis zur Teilung. *Abstand a:* Länge vom Beginn der A. cerebri posterior bis zum Ursprung der A. cerebelli superior. Alle Angaben in mm. *einzel:* der mediale und laterale Ramus gehen getrennt ab. *zwei:* Variante mit SCA-Kreuzung. *MITTELW* Mittelwert, *MIN* Minimalwert, *MAX* Maximalwert, *STABWN* Standardabweichung, *VAR* Varianz.

Präparat	SCA		medial		lateral		SCA Teilung		Abstand a	
	re	li	re	li	re	li	re	Li	re	li
1	1,64	einzel	1,27	1,41	1,26	1,08	7,07		5,22	
2	1,71	1,56	1,34	1,36	1,09	0,87	23,59	3,87	1,84	1,11
3	1,13	1,34	1,03	1,14	1,01	1,28	21,88	33,65	1,95	2,88
4	1,77	1,85	1,09	1,38	0,83	1,53	26,91	15,61	3,57	4,21
5	1,72	1,94	1,70	1,66	1,07	0,97	3,75	18,92	1,50	2,92
6	1,55	1,73	1,43	1,44	1,44	1,18	13,81	8,76	4,75	4,72
7	1,80	2,35	1,74	2,30	1,11	1,62	8,52	20,07	0,00	2,97
8	1,71	1,55	1,53	1,28	1,07	1,09	12,40	25,82	3,57	2,69
9	1,81	1,96	1,27	1,23	1,80	1,56	12,69	21,99	2,79	2,71
10	1,34	zwei	1,26	1,31	0,88	1,17	8,65	45,23	1,38	2,12
11	1,51	einzel	1,18	1,77	1,43	1,15	10,16		2,67	
12	1,35	zwei	1,32	1,04	0,94	1,03	32,40	28,28	3,43	2,98
13	1,49	1,57	1,15	1,09	1,01	1,30	35,84	21,18	1,34	2,83
14	1,81	1,78	1,50	1,24	1,40	1,35	2,41	14,85	1,43	2,55
15	1,69	1,61	1,46	1,26	1,22	1,35	20,66	17,93	1,84	2,32
16	1,66	einzel	1,35	1,55	1,36	1,20	3,93		2,38	
17	1,81	1,91	1,34	1,41	1,27	1,36	5,67	12,59	2,29	3,22
18	1,68	1,67	1,10	1,43	1,20	0,89	33,25	3,89	1,75	1,76
19	2,05	1,90	1,11	1,32	1,16	1,36	40,34	36,85	2,20	1,98
20	1,73	1,80	1,53	1,21	0,83	1,00	30,20	2,41	5,72	4,52
21	1,54	einzel	1,21	1,57	1,14	0,83	43,98		2,62	
22	1,69	1,69	1,50	1,42	1,39	1,25	30,35	19,09	1,40	2,20
23	1,90	1,86	1,67	1,81	1,17	1,35	18,97	21,91	1,97	2,12
24	1,46	einzel	0,84	1,30	1,01	1,18	33,43		2,00	
25	1,48	1,69	1,27	1,29	1,17	1,10	28,31	28,64	2,16	1,47
26	1,85	1,63	1,36	1,13	1,56	1,43	27,87	37,54	2,28	2,08
Anzahl	45		52		52		47		47	
	26	19	26	26	26	26	26	21	26	21
MITTELW	1,69		1,36		1,20		20,77		2,56	
	1,65	1,76	1,33	1,40	1,19	1,21	20,66	20,91	2,46	2,68
MIN	1,13		0,84		0,83		2,41		0,00	
	1,13	1,34	0,84	1,04	0,83	0,83	2,41	2,41	0,00	1,11
MAX	2,35		2,30		1,80		45,23		5,72	
	2,05	2,35	1,74	2,30	1,80	1,62	43,98	45,23	5,72	4,72
STABWN	0,21		0,24		0,22		11,76		1,12	
	0,19	0,21	0,21	0,26	0,23	0,21	12,18	11,22	1,25	0,90
VAR	0,04		0,06		0,05		138,37		1,25	
	0,04	0,04	0,04	0,07	0,05	0,04	148,35	125,98	1,57	0,81



Bei den medialen und lateralen Ästen fanden wir Abgänge, die Teile des Pedunculus, des Trigonum lemnisci, des Tegmentums und Pons versorgten. Hier sei noch zu erwähnen, dass es zum Teil Anastomosen mit der Arteria quadrigeminalis gab, die für die Versorgung des Colliculus inferior zuständig waren. Die Versorgung des Kleinhirns über die SCA erfolgte auf zwei Wege. Zum einen eine Versorgung auf der Oberfläche des Cerebellums, zum anderen eine Versorgung durch Äste, die von ventral im Spalt zwischen Hirnstamm und Kleinhirn zum Cerebellum führten. Daher wurden die Endaufteilungen der beiden Äste nochmals genauer untersucht. Der mediale Ramus teilte sich insgesamt in 33 von 52 Hemisphären (63,5%), wobei der Ast auf der linken Seite (69,2%) sich häufiger aufteilte als auf der rechten (57,7%) (s. Tab. 3). Der mittlere Durchmesser dieser weiteren Aufteilungen lag bei  $1,05 \pm 0,25$  mm mit einem Minimalwert von 0,56 mm und einem Maximalwert von 1,70 mm. Zum charakteristischen Verlauf vom medialen Ast gehörte, dass dieser häufig einen halbkreisähnlichen Bogen nach oben über das Trigonum lemnisci machte und anschließend im absteigenden Teil Äste in den oben genannten Spalt abgab, um dann weiter nach dorsal zu ziehen (s. Abb. 10). Das Versorgungsgebiet von diesem Gefäß ist vor allem der mediale Anteil des Kleinhirns und der Colliculus inferior. In wenigen Fällen versorgte sie mitunter auch das Tegmentum. Der laterale Ramus teilte sich etwa halb so oft wie der mediale, nämlich nur in 17 von 52 Fällen (32,7%). Im Gegensatz zum medialen teilte sich der laterale Ast auf der rechten Seite (38,5%) häufiger als auf der linken Seite (26,9%). Es ergab sich ein Gesamtmittelwert von 0,97 mm (0,56 bis 1,73 mm) mit einer Standardabweichung von 0,24 mm für den Durchmesser bei den weiteren Aufteilungen des lateralen Astes. Dieses Gefäß war hauptsächlich an der Versorgung des lateralen Bereichs des Cerebellums beteiligt.



**Abb. 10:** Bogenförmiger Verlauf des medialen Ramus der SCA. Blick von lateral auf die rechte Seite. SCA A. cerebelli superior, ACPOM A. chorioidea posterior medialis.



**Tab. 3:** Weitere Aufteilung des med. und lat. Ramus der SCA und deren Durchmesser (in mm).

Gefäß		gefunden in Hemisphären	Anz. n	MITTELW	MIN	MAX	STABWN	VAR
<b>Endaufteilung der medialen Äste</b>	<b>rechts</b>	15/26 57,7%	30	1,05	0,56	1,70	0,29	0,09
	<b>links</b>	18/26 69,2%	36	1,05	0,65	1,45	0,19	0,04
	<b>gesamt</b>	33/52 63,5%	66	1,05	0,56	1,70	0,25	0,06
<b>Endaufteilung der lateralen Äste</b>	<b>rechts</b>	10/26 38,5%	20	1,03	0,64	1,73	0,25	0,06
	<b>links</b>	7/26 26,9%	14	0,88	0,56	1,15	0,19	0,04
	<b>gesamt</b>	17/52 32,7%	34	0,97	0,56	1,73	0,24	0,06

#### 4.1.2. Arteria cerebri posterior (PCA)

Es wird die gebräuchliche Abkürzung PCA aus der neurochirurgischen Literatur verwendet, welche sich aus dem englischen Terminus Posterior Cerebral Artery ableitet.

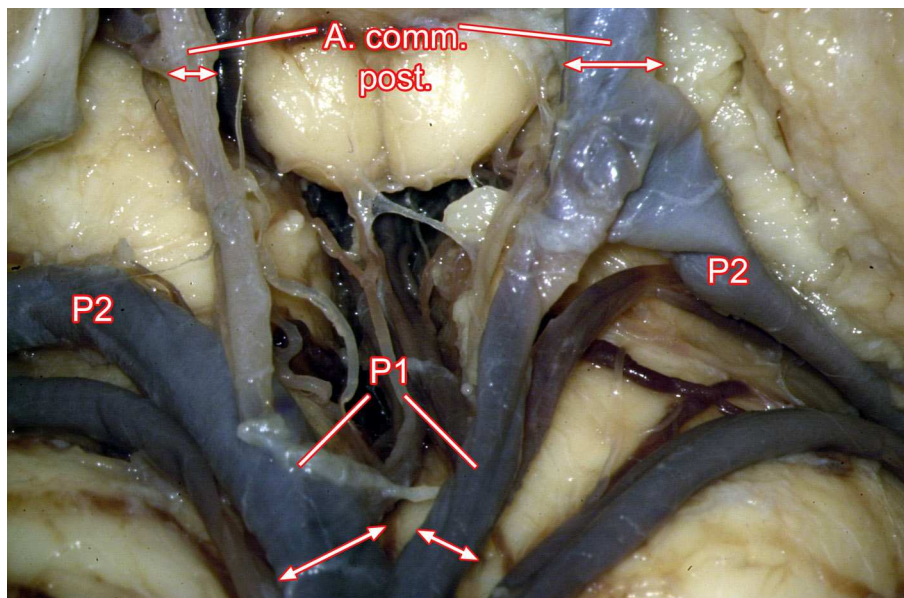
Sowohl bei der Präparation als auch bei der Darlegung der Ergebnisse empfiehlt es sich, die Arterie nicht als ganzes, sondern in Abschnitten zu betrachten. Es gibt eine Reihe von Unterteilungsmöglichkeiten (Ecker & Riemenschneider, 1955; Krayenbühl & Yaşargil, 1968; Stephens & Stilwell, 1969; Margolis, 1974; Zeal, 1978; Yaşargil, 1984). Wir haben uns für die Einteilung nach Yaşargil (1984) entschieden, da diese uns am sinnvollsten erscheint. Bei dieser Unterteilung unterscheidet man drei P-Segmente und die Endaufteilung in die Arteria calcarina und Arteria parietooccipitalis, die gegebenenfalls als P4-Segment angesehen werden können. Im Schnitt betrug die Länge der A. cerebri posterior 61,64 mm mit einer Standardabweichung von 13,66 mm. Die kürzeste PCA war 26,60 mm und die längste 101,84 mm lang. Sie konnte in allen Präparaten gefunden werden.

**Tab. 4:** Länge der einzelnen Abschnitte und Gesamtlänge der A. cerebri posterior (PCA) in mm. Angabe, ob die Endaufteilung der PCA im oder vor dem Sulcus calcarinus erfolgte. Gelbe Felder verdeutlichen den fetalen Typ.

Präparat	P1		P2		P3		PCA-Länge		Aufteilung	
	re	li	re	li	re	li	re	li	re	li
1	3,95	9,95	20,78	31,33	34,55	28,09	59,28	69,37	im	im
2	12,44	7,89	26,39	25,39	29,12	30,05	67,95	63,33	im	im
3	16,14	12,71	23,15	9,98	22,90	27,19	62,19	49,88	im	im
4	16,01	7,27	31,99	31,74	17,74	6,24	65,74	45,25	im	vor
5	7,60	8,25	32,62	25,06	22,68	29,20	62,90	62,51	vor	vor
6	15,08	4,98	26,67	29,58	29,25	6,38	71,00	40,94	im	vor
7	8,32	22,73	23,83	22,34	31,69	35,43	63,84	80,50	im	vor
8	8,90	8,60	28,04	37,03	36,42	31,98	73,36	77,61	im	im
9	6,65	6,01	27,66	25,24	15,95	kein	50,26	31,25	vor	vor
10	6,61	10,43	24,70	23,80	21,51	16,81	52,82	51,04	im	vor
11	7,47	6,07	36,74	22,89	29,74	30,77	73,95	59,73	im	vor
12	5,53	14,48	29,34	40,97	31,49	21,98	66,36	77,43	im	im
13	6,29	6,52	24,60	27,33	25,44	12,71	56,33	46,56	vor	vor
14	8,79	7,56	31,61	18,43	26,01	17,09	66,41	43,08	im	vor
15	5,63	6,29	37,82	31,10	kein	33,39	43,45	70,78	vor	im
16	10,24	11,14	27,03	19,86	31,06	28,88	68,33	59,88	vor	vor
17	5,45	18,97	25,74	34,67	38,70	kein	69,89	53,64	im	vor
18	7,12	9,26	28,02	17,34	66,70	kein	101,84	26,60	im	vor
19	6,19	6,34	28,52	36,31	13,95	29,59	48,66	72,24	vor	vor
20	13,96	3,34	38,82	42,28	15,80	25,39	68,58	71,01	im	im
21	10,61	8,00	27,74	25,66	46,33	50,90	84,68	84,56	im	im
22	7,05	6,39	41,57	21,59	21,62	23,27	70,24	51,25	im	vor
23	8,92	6,76	24,17	41,32	37,54	21,10	70,63	69,18	im	im
24	6,87	5,86	25,95	25,22	26,28	30,34	59,10	61,42	im	im
25	8,00	4,02	20,54	26,87	21,94	20,40	50,48	51,29	vor	im
26	5,58	7,11	28,00	39,65	19,87	6,65	53,45	53,41	vor	vor
Anzahl	52		52		48		52			
	26	26	26	26	25	23	26	26		
MITTELW	8,70		28,37		26,63		61,64			
	8,67	8,73	28,54	28,19	28,57	24,51	64,68	58,61		
MIN	3,34		9,98		6,24		26,60			
	3,95	3,34	20,54	9,98	13,95	6,24	43,45	26,60		
MAX	22,73		42,28		66,70		101,84			
	16,14	22,73	41,57	42,28	66,70	50,90	101,84	84,56		
STABWN	3,86		6,78		10,85		13,66			
	3,35	4,30	5,26	8,01	11,02	10,24	11,84	14,64		
VAR	14,88		45,94		117,64		186,54			
	11,24	18,53	27,67	64,14	121,44	104,93	140,21	214,40		

#### 4.1.2.1. P1-Segment

Dieses Segment erstreckte sich vom Anfang des Gefäßes an der A. basilaris bis zur A. communicans posterior mit einer Länge von  $8,70 \pm 3,86$  mm (3,34 bis 22,73 mm) ventral auf dem Hirnstamm. Beim Außendurchmesser betrug die mittlere Dicke  $2,48 \pm 0,40$  mm mit einem minimalen Wert von 1,44 mm und einem maximalen von 3,12 mm. Aus dem P1-Segment der PCA gingen vor allem die Aa. thalami perforantes, die A. circumferentialis brevis und die A. quadrigeminalis hervor. In 6 von 52 Fällen (11,5%) fanden wir eine in Relation zur A. communicans posterior dünne (1,44 bis 1,96 mm) und lange (10,61 bis 18,97 mm) P1. In diesen Fällen wurde die PCA vorwiegend von der Arteria carotis interna über die A. communicans posterior versorgt. Im embryologischen Teil dieser Arbeit wird über die A. mesencephalica berichtet. In den eben beschriebenen Fällen liegt somit eine persistierende fetale Konfiguration vor (s. Abb. 11). Bei den Präparaten mit fetaler Konfiguration betrug der Mittelwert des Außendurchmessers 1,69 mm und die Länge vom P1-Segment 14,60 mm. Sowohl beim Durchmesser als auch bei der Länge konnte ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ , t-test) zu den Durchschnittswerten aller Messungen verzeichnet werden.



**Abb. 11:** Darstellung der P1-Segmente beidseits. Fetaler Typ auf der linken Hemisphäre (rechte Seite auf dem Bild). Pfeile verdeutlichen jeweils die Dicke der P1-Segmente (unten) und der Aa. communicantes posteriores (oben).

#### **4.1.2.2. P2-Segment**

Nach der Einteilung von Yaşargil beginnt die P2 an der Einmündungsstelle der A. communicans posterior und endet mit dem Abgang von der Arteria temporalis posterior. Sie verlief in den Cisternae ambiens und interpeduncularis. In ihrem Verlauf umschlang sie den Pedunculus cerebri unterhalb des Tractus opticus und der Vena basalis und medial des Hippocampus. Es wurde ein Diameter mit einem Mittelwert von 2,38 mm und einer Standardabweichung von 0,31 mm ermittelt. Der Gesamtbereich erstreckte sich über 1,45 bis 3,02 mm. Bei der Messung der P2-Länge erhielten wir einen minimalen Wert von 9,98 mm und einen maximalen Wert von 42,28 mm, wobei der Mittelwert  $28,37 \pm 6,78$  mm betrug. In diesem Bereich der PCA gingen vorwiegend die Aa. chorioideae posteriores mediales und laterales, die Aa. temporales inferiores und die A. hippocampalis hervor.

#### **4.1.2.3. P3-Segment**

Das P3-Segment schloss sich an das P2-Segment an und endete mit der Aufteilung der PCA in die A. calcarina und A. parietooccipitalis. Am Pulvinar entlang lief sie in der Cisterna quadrigeminalis nach mediodorsal in Richtung Fissura calcarina. In 4 von 52 Hemisphären (7,7%) konnte keine P3 ausfindig gemacht werden, da die PCA sich in die A. temporalis posterior und die A. calcarina aufteilte und hier endete. Laut Definition aber wird erst der Abschnitt der A. cerebri posterior nach der Arteria temporalis posterior als P3 bezeichnet. Das P3-Segment war im Durchschnitt  $1,86 \pm 0,23$  mm (1,32 bis 2,41 mm) dick und  $26,63 \pm 10,85$  mm (6,24 bis 66,70 mm) lang. Bei der Untersuchung konnte ein interessanter Fall beobachtet werden. Bei einem Präparat war auf einer Seite kein P3-Segment und auf der anderen Seite das längste P3-Segment vorhanden. Zu den Arterien, die aus dem P3-Segment entsprangen, gehörten die Arteriae chorioideae und Arterien, die das Splenium des Corpus callosum versorgen.

**Tab. 5:** Außendurchmesser der verschiedenen P-Segmente, A. calcarina und A. parietooccipitalis in mm. Gelbe Felder verdeutlichen den fetalen Typ.

Präparat	P1		P2		P3		A. calcarina		A. parietoocc.	
	Re	Li	re	li	re	li	re	li	re	li
1	2,81	2,39	2,84	2,76	2,16	2,30	1,26	1,09	1,72	1,51
2	1,44	2,48	1,95	2,20	1,73	1,89	1,08	0,79	1,49	1,33
3	2,57	2,41	2,23	2,39	1,65	2,22	1,09	1,11	1,32	1,58
4	1,89	2,41	2,45	2,28	1,83	1,61	1,25	1,36	1,47	1,49
5	2,85	2,83	2,51	2,55	1,68	2,00	0,90	1,16	1,59	1,75
6	1,70	2,75	2,60	2,28	2,18	2,19	1,26	1,78	1,50	1,94
7	2,66	2,99	2,35	3,02	2,10	2,06	1,95	1,23	1,13	1,50
8	2,51	2,95	2,29	2,43	1,86	1,85	1,56	1,07	1,74	1,65
9	2,86	2,62	1,96	2,79	1,83	kein	1,30	1,54	1,63	1,71
10	2,61	2,19	2,37	2,35	1,86	1,65	1,31	1,32	1,40	1,11
11	2,82	3,08	2,66	2,80	1,32	1,84	1,47	1,24	1,58	1,48
12	2,90	1,48	1,78	1,73	1,70	1,54	1,17	0,90	1,29	1,54
13	2,01	2,27	1,87	1,45	1,45	1,43	1,18	1,31	1,32	1,39
14	2,14	2,30	1,98	2,44	1,85	2,24	1,30	1,34	1,55	1,79
15	2,56	2,63	2,40	2,24	kein	1,56	1,33	1,35	1,57	1,49
16	2,00	2,49	2,14	2,43	1,83	1,67	1,01	1,09	1,38	1,39
17	2,23	1,69	2,16	2,65	1,83	kein	1,31	1,35	1,37	1,42
18	2,43	2,32	2,52	2,24	1,70	kein	1,04	1,44	1,39	1,31
19	2,46	2,64	2,48	2,44	2,41	1,53	1,27	1,15	1,86	1,25
20	2,63	2,61	2,42	2,51	1,92	1,81	1,21	1,17	1,68	1,65
21	1,96	2,67	2,65	2,29	1,72	1,74	1,20	1,14	1,54	1,28
22	2,89	3,12	2,42	2,69	1,97	2,09	1,45	1,62	1,61	2,08
23	2,84	2,76	2,44	2,95	2,25	2,03	1,85	1,19	1,63	1,79
24	2,19	2,42	1,92	2,37	1,90	1,83	0,90	1,22	1,56	1,64
25	2,45	2,09	2,15	2,37	1,75	1,93	1,42	1,21	1,51	1,37
26	3,12	2,67	2,73	2,62	1,71	2,08	1,22	0,89	1,39	1,43
Anzahl	52		52		48		52		52	
	26	26	26	26	25	23	26	26	26	26
MITTELW	2,48		2,38		1,86		1,26		1,52	
	2,44	2,51	2,32	2,43	1,85	1,87	1,28	1,23	1,51	1,53
MIN	1,44		1,45		1,32		0,79		1,11	
	1,44	1,48	1,78	1,45	1,32	1,43	0,90	0,79	1,13	1,11
MAX	3,12		3,02		2,41		1,95		2,08	
	3,12	3,12	2,84	3,02	2,41	2,30	1,95	1,78	1,86	2,08
STABWN	0,40		0,31		0,23		0,23		0,19	
	0,41	0,37	0,28	0,33	0,23	0,25	0,24	0,21	0,16	0,22
VAR	0,16		0,10		0,06		0,05		0,04	
	0,17	0,14	0,08	0,11	0,06	0,06	0,06	0,05	0,03	0,05

#### **4.1.2.4. Endaufteilung in Arteria calcarina und Arteria parietooccipitalis**

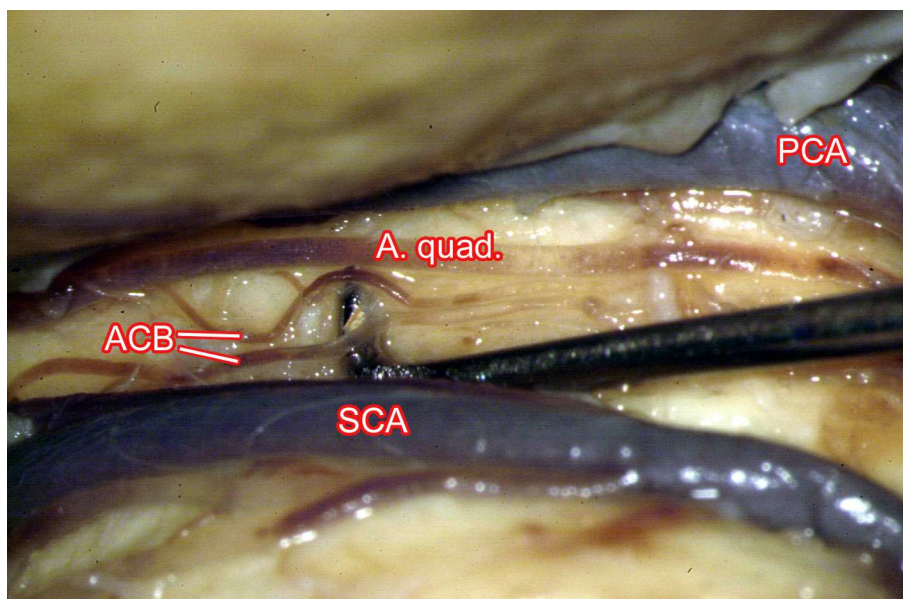
Die PCA hatte als Ausläufer die A. calcarina und A. parietooccipitalis. Beide Arterien konnten in 100% der Fälle gefunden werden. Im Normalfall gehen diese Gefäße aus dem P3-Segment hervor. Diese Variante konnte in 48 von 52 Hemisphären beobachtet werden (s. Tab. 6). In drei Fällen (5,8%), die alle auf der linken Seite zu finden waren, entsprang die A. parietooccipitalis aus dem P2-Segment und die A. calcarina am Ursprungspunkt der A. temporalis posterior. Bei einem weiteren Fall teilte sich die PCA in diese Äste schon im P2-Segment, wobei die A. temporalis posterior aus der A. calcarina hervorging. Somit konnte in diesen Fällen kein P3-Segment ausfindig gemacht werden. Beide Gefäße verliefen in den gleichnamigen Sulci. Die A. calcarina versorgte vor allem den visuellen Kortex und den Okzipitallappen, wohingegen die A. parietooccipitalis an der Versorgung des Cuneus, Präcuneus, Gyrus occipitalis lateralis und der hinteren parasagittalen Region beteiligt war. Die Aufteilung der PCA erfolgte in 44,2% (23 Fälle) vor und in 55,8% (29 Fälle) im Sulcus calcarinus. Der Abstand zwischen der Endaufteilung und des Ursprungs der A. cerebri posterior entsprach bis auf drei Sonderfälle selbstverständlich der Gesamtlänge der PCA ( $61,64 \pm 13,66$  mm) und bis zur A. communicans posterior 52,94 mm (17,34 bis 94,72 mm). Bei der Normvariante war der Abstand zwischen dem Ursprung und dem Abgang der A. calcarina ebenfalls genauso groß wie die Gesamtlänge der PCA, jedoch variierte der Wert für die A. parietooccipitalis, da diese wie schon beschrieben aus der P2 hervorging. Wir erhielten folgende Werte: 27,14 mm (Präp. 9), 41,48 mm (Präp. 18) und 42,83 mm (Präp. 17). Als Diameter konnte ein Mittelwert von  $1,26 \pm 0,23$  mm (0,79 bis 1,95 mm) für die A. calcarina und  $1,52 \pm 0,19$  mm (1,11 bis 2,08 mm) für die A. parietooccipitalis ermittelt werden.

**Tab. 6:** Ursprungsgefäß der Aa. calcarina und parietooccipitalis.

<b>Gefäß</b>	<b>Anz.</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>andere</b>
<b>A. calcarina</b>	52	0% (0)	7,7 % (4)	92,3% (48)	0% (0)
<b>A. parocc.</b>	52	0% (0)	7,7% (4)	92,3% (48)	0% (0)

#### 4.1.3. Arteria circumferentialis brevis (ACB)

Dieses Gefäß (s. Abb. 12) ist von den untersuchten Gefäßen die Arterie, die den geringsten Abstand zum Ursprung der PCA hatte. Die ACB wurde in 86,5% (45 Hemisphären) gefunden. Bei den Untersuchungen konnte pro Hemisphäre jeweils nur ein Ast beschrieben werden. Bei den Abgängen gab es verschiedene Konstellationen. Aus der PCA ging sie in 35 (77,8%), aus den Aa. thalami perforantes in fünf (11,1%), aus der A. basilaris in drei (6,7%) Fällen und aus der A. cerebelli superior und den gegenüberliegenden Aa. thalami perforantes jeweils in einem (2,2%) Fall ab. Anzuführen ist noch, dass die ACB nur in einem Fall (2,2%) aus dem P2-Segment und in den restlichen 34 Hemisphären (75,6%) aus dem P1-Segment hervorging. Bei einem Ursprung aus der A. cerebri posterior bzw. aus den Aa. thalami perforantes betrug dieser Abstand  $b$  im Mittel  $3,49 \pm 2,93$  mm (0,36 bis 18,45 mm). Der Abstand zur A. communicans posterior hingegen lag bei 4,87 mm, wobei dieser Ursprung bis zu 12,47 mm proximal und bis zu 4,49 mm distal der Einmündung liegen konnte. Die weiteren Abstände können aus der Tabelle 7 entnommen werden. Im Durchschnitt war die A. circumferentialis brevis 0,44 mm mit einer Standardabweichung von 0,09 mm dick, wobei der kleinste gemessene Wert bei 0,27 mm und der größte Wert bei 0,70 mm lag. Bei ihrem Verlauf umschlang und perforierte sie den Pedunculus und versorgte überwiegend den hinteren Anteil des Pedunculus, gelegentlich auch das Tegmentum und das Corpus geniculatum mediale. In zwei Hemisphären (4,4%) anastomosierte die ACB mit der A. quadrigeminalis.



**Abb. 12:** Verlauf der A. circumferentialis brevis (ACB) auf dem Mesencephalon. Blick von lateral auf die rechte Seite. SCA A. cerebelli superior, A. quad. A. quadrigeminalis, PCA A. cerebri posterior.



**Tab. 7:** Außendurchmesser der A. circumferentialis brevis (ACB) und der A. quadrigeminalis (A. quadrigem.). Abstand b bzw. c: Länge vom Beginn der A. cerebri posterior bis zum Ursprung der A. circumferentialis brevis bzw. A. quadrigeminalis. Abgang: Angabe des Ursprungsgefäßes dieser Arterien. Alle Angaben in mm. Negative Werte, da Beginn der A. cerebri posterior als Nullpunkt. Gelbe Felder verdeutlichen Sonderfälle. Ba. A. basilaris, Th. Aa. thalami perforantes, Th. Aa. thalami perforantes der gegenüberliegenden Seite, CS A. cerebelli superior.

Präparat	ACB		Abstand b		Abgang		A. quadrigem.		Abstand c		Abgang	
	re	li	re	li	re	li	re	li	re	li	re	li
1							0,89	0,68 0,58	2,25	5,10 8,27	P1	P1 P1
2	0,51	0,47	- 0,68	2,58	Ba.	P1	0,78	0,85 0,71	11,52	5,00 3,54	P1	P1 P1
3		0,27		5,91		P1	0,76	0,60	4,84	9,75	P1	P1
4							0,56	0,59	5,95	3,93	P1	P1
5	0,29		3,71		P1		0,99	0,78	5,64	7,43	P1	P1
6	0,58	0,55	6,63	- 1,97	P1	Ba.	0,80	0,92	11,84	2,37	P1	P1
7	0,50		4,48		Th.		0,91	0,97 0,74	7,36	19,09 27,32	P1	P1 P2
8	0,40	0,48	3,89	2,18	P1	P1	1,12	1,19	6,13	5,78	P1	P1
9	0,45	0,52	3,84	3,85	P1	P1	0,83	0,98	5,37	4,94	P1	P1
10	0,55	0,29	2,12	3,62	P1	P1	0,78	0,68	6,39	4,08	P1	P1
11	0,44	0,38	4,85	3,01	P1	Th.	0,86	0,69	6,10	4,24	P1	P1
12	0,32	0,37	1,92	2,01	Th.	P1	0,65 0,48	0,63	- 1,32 3,40	1,98	Ba.	P1 P2
13	0,30	0,29	1,43		P1	Th.	0,51	0,49	5,12	4,24	P1	P1
14	0,44	0,47	5,36	4,15	P1	P1	0,73	0,98	7,06	7,15	P1	P1
15	0,34	0,46	1,94	3,38	P1	P1	0,95	0,90	4,19	4,32	P1	P1
16	0,63	0,44	6,29	0,44	P1	P1	0,87	0,56	6,69	8,22	P1	P1
17	0,35	0,39	1,90	8,46	Th.	Th.	0,88	0,74	4,15	7,80	P1	P1
18	0,51	0,51	3,52	2,66	P1	P1	0,96	0,66	6,21	5,65	P1	P1
19	0,51	0,47	1,65	2,42	P1	P1	0,70	0,78	4,33	5,13	P1	P1
20	0,49	0,43	18,45	0,36	P2	P1	0,72	0,76	11,74	1,51	P1	P1
21	0,34	0,42	3,23	1,75	P1	P1	0,99	0,69	4,07	5,14	P1	P1
22	0,41	0,70	2,69	2,16	P1	P1	0,80	0,99	5,28	4,71	P1	P1
23	0,52	0,35	2,24	2,61	P1	P1	0,90	0,81	4,95	5,78	P1	P1
24	0,51	0,55	- 1,03	0,82	Ba.	P1	0,76	0,59	6,16	5,61	P1	P1
25	0,48	0,35	- 2,16	2,31	CS	P1	0,69	0,69	4,44	5,07	P1	P2
26	0,40	0,48	3,58	1,27	P1	P1	0,83	0,84	4,69	4,81	P1	P1
Anzahl	45		44				56		56			
	23	22	23	21			27	29	27	29		
MITTELW	0,44		3,49				0,78		6,25			
	0,45	0,44	4,19	2,80			0,80	0,76	6,00	6,48		
MIN	0,27		0,36				0,48		1,51			
	0,29	0,27	1,43	0,36			0,48	0,49	2,25	1,51		
MAX	0,70		18,45				1,19		27,32			
	0,63	0,70	18,45	8,46			1,12	1,19	11,84	27,32		



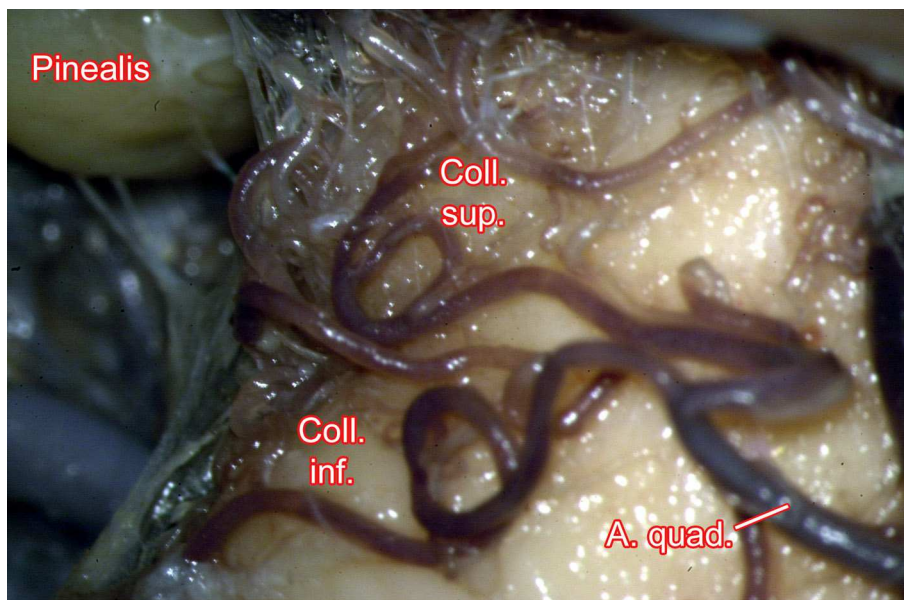
Präparat	ACB		Abstand b		Abgang	A. quadrigem.		Abstand c		Abgang
	re	li	re	li		re	li	re	li	
STABWN	0,09		2,93			0,15		4,00		
	0,09	0,10	3,59	1,82		0,15	0,16	2,35	5,02	
VAR	0,01		8,59			0,02		15,97		
	0,01	0,01	12,88	3,32		0,02	0,03	5,53	25,21	

#### 4.1.4. Arteria quadrigeminalis sive A. collicularis

Die A. quadrigeminalis wurde bei den Präparationen als nächstes Gefäß aufgesucht. Sie konnte in allen Hemisphären identifiziert werden, wobei noch anzumerken ist, dass in vier Fällen (7,7%) eine Doppelung vorkam, so dass im Schnitt 1,1 Arterien pro Hemisphäre gezählt werden konnten. Bei den Kaliberbestimmungen (s. Tab. 7) wurden alle Werte berücksichtigt und keine weitere Unterteilung durchgeführt. Sie hatte ihren Ursprung in 92,9% (52 von 56 Arterien) im P1-Segment, in 5,4% (3 Arterien) im P2-Segment und in einem Fall (1,8%) in der A. basilaris. Der Abstand c (s. Tab. 7), der zwischen dem Ursprung dieses Gefäßes und dem Beginn der PCA gemessen werden konnte, betrug im Durchschnitt  $6,25 \pm 4,00$  mm (1,51 bis 27,32 mm). Bei vielen anderen Studien wurde der Ursprung der ersten A. quadrigeminalis in bezug zur A. communicans posterior betrachtet. In dieser Untersuchung befand sich dieser Ursprung bis zu 12,50 mm proximal und 1,05 mm distal der Einmündung der A. communicans posterior (Mittelwert von 3,38 mm proximal). Der Wert für den Sonderfall aus der A. basilaris ging nicht in diese Berechnungen mit ein, da dieser mit einem negativen Wert angegeben wurde. In zehn Präparaten (17,9%), bei denen der Ursprung noch zum P1-Segment zugerechnet wurde, war dieser Abgang auf Höhe, in 75% (42 Fälle) proximal und in 5,4% distal der Einmündung der A. communicans posterior.

Mit einem mittleren Außendurchmesser von  $0,78 \pm 0,15$  mm, einem Minimalwert von 0,48 mm und einem Maximalwert von 1,19 mm, konnte die Arteria quadrigeminalis über den Pedunculus bis zur Vierhügelplatte verfolgt werden. Im Anfangsteil begleitete sie die PCA und wurde von dieser teilweise bedeckt. Es bestand auch eine enge topographische Beziehung zum Nervus oculomotorius. Gelegentlich lief die A. quadrigeminalis unter, häufiger über und in einigen Fällen auch durch diesen Nerven. In ihrem Verlauf gab sie mehrere Äste ab, die den Pedunculus, den Sulcus lateralis mesencephali und das Tegmentum versorgten. Bei der Versorgung der Lamina tecti

fiel auf, dass dieses Gefäß sowohl die oberen als auch die unteren Colliculi versorgte, wobei die Versorgung der Colliculi superiores überwog. Auffällig war, dass am Ende des Verlaufs diese Arterie meist auf den vier Hügeln ein Gefäßnetzwerk bildete (s. Abb. 13). Charakteristisch bei den Abgängen der A. quadrigeminalis war, dass die ersten Äste meist nach kranial verliefen.



**Abb. 13:** Gefäßnetzwerk auf der Vierhügelplatte gebildet von der A. quadrigeminalis (A. quad.). Blick von laterodorsal auf die rechte Seite. Coll. sup. bzw. inf. Colliculus superior bzw. inferior.

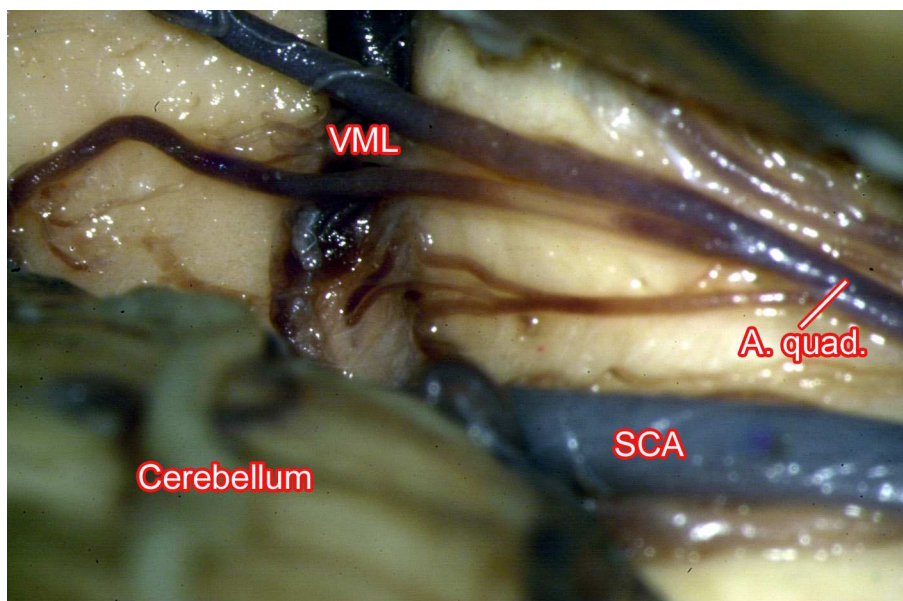
Die Verlaufsvielfalt der Arteria quadrigeminalis wird durch die verschiedenen Anastomosen mit den benachbarten Arterien weiter unterstrichen. Es konnten nämlich insgesamt in 18 Hemisphären (34,6%) vier verschiedene Arten von Anastomosen beschrieben werden. Eine Verbindung mit dem medialen Ast der A. cerebelli superior konnte in acht Fällen (15,4%), mit der A. chorioidea posterior medialis in sechs Fällen (11,5%) und eine Anastomose mit beiden Gefäßen in drei Fällen (5,8%) beobachtet werden. Mit der A. circumferentialis brevis anastomosierte sie nur einmal (1,9%).

Neben den Anastomosen spielte auch die Aufteilung der A. quadrigeminalis in zwei Hauptäste bei der Variabilität dieser Arterie eine bedeutende Rolle (s. Abb. 14 und Tab. 8). Eine solche Aufteilung war in 45 von 52 Präparaten (86,5%) vorhanden. Dabei betrug die Länge der A. quadrigeminalis bis zur Aufteilung im Mittel 11,54 mm mit einer Standardabweichung von 7,44 mm. Am kürzesten war sie mit 1,65 mm und

am längsten mit 32,36 mm. Wenn man alle 90 Arterien zusammenfasst, erhielt man einen Mittelwert für den Außendurchmesser von  $0,60 \pm 0,14$  mm (0,28 bis 1,00 mm).

**Tab. 8:** Häufigkeit der Aufteilung der A. quadrigeminalis. Durchmesser (in mm) der beiden Äste.

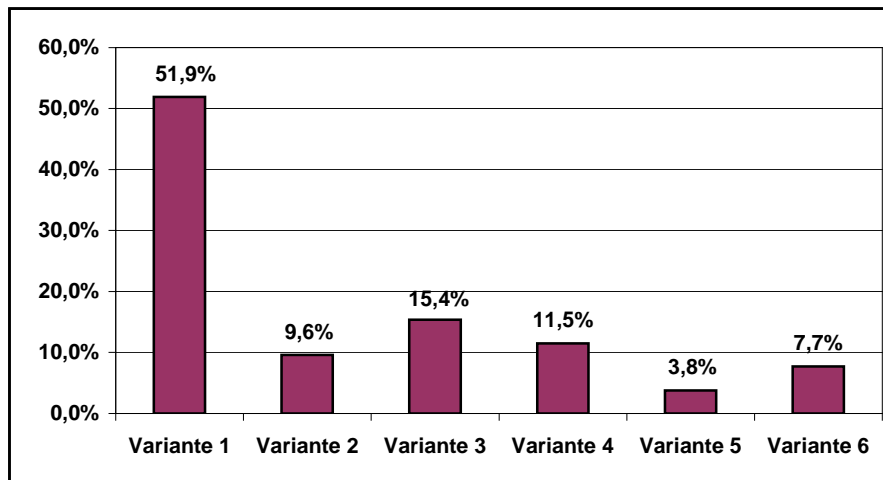
		gefunden in Hemisphären	Anz. n	MITTELW	MIN	MAX	STABWN	VAR
<b>Aufteilung der A. quadrigeminalis</b>	<b>rechts</b>	23/26 88,5%	46	0,60	0,28	1,00	0,15	0,02
	<b>links</b>	22/26 84,6%	44	0,60	0,32	0,97	0,14	0,02
	<b>gesamt</b>	45/52 86,5%	90	0,60	0,28	1,00	0,14	0,02



**Abb. 14:** Aufteilung der A. quadrigeminalis (A. quad.). Blick von lateral auf die rechte Seite. SCA A. cerebelli superior, VML V. mesencephalica lateralis.

Auffällig ist, dass die Länge bis zur Aufteilung stark variierte. Diese Tatsache und die Berücksichtigung des Auftretens einer zweiten Arterie in einigen Fällen ermöglichten eine Einteilung der A. quadrigeminalis. Wir unterschieden insgesamt sechs verschiedene Varianten für diese Arterie, die im folgenden beschrieben werden (s. Abb. 15). Bei den ersten fünf Arten ist nur ein Ast und bei der sechsten Variante sind zwei Äste vorhanden. Die erste und häufigste Variante, die wir in 27 Hemisphären (51,3%) fanden, teilte sich die Arterie mitten auf dem Pedunculus. Bei zwei weiteren Varianten war zum einem eine frühe Aufteilung in 9,6% (fünf Fälle) und zum anderen eine späte in 15,4% (acht Präparate) zu finden. Bei weiteren sechs Fällen (11,5%) war überhaupt keine Aufteilung vorhanden. Eine spezielle Variante,

die bei den Untersuchungen zweimal (3,8%) vorkam, war, dass die A. quadrigeminalis einen gemeinsamen Ursprung mit der A. chorioidea posterior medialis hatte. Und wie schon beschrieben gab es auch vier Fälle (7,7%) mit zwei Aa. quadrigeminales.



**Abb. 15:** Häufigkeit der sechs Varianten der A. quadrigeminalis. *Variante 1:* Aufteilung mitten auf Pedunculus, *Variante 2:* frühe Aufteilung, *Variante 3:* späte Aufteilung, *Variante 4:* keine Aufteilung, *Variante 5:* gemeinsamer Ursprung mit der A. chorioidea posterior medialis, *Variante 6:* zwei Aa. quadrigeminales.

Als eine weitere Besonderheit dieser Arterie ist noch anzuführen, dass sie gelegentlich den Nervus oculomotorius penetrierte. Bei unseren Untersuchungen konnte dies in fünf Präparaten (9,6%) nachgewiesen werden.

**Tab. 9:** Ursprungsgefäß der Aa. circumferentialis brevis, quadrigeminalis und chorioidea posterior medialis.

Gefäß	Anz.	P1	P2	P3	andere
<b>A. circ. brevis</b>	45	75,6% (34)	2,2% (1)	0%	22,2% (10)
<b>A. quadrigem.</b>	56	92,9% (52)	5,4% (3)	0%	1,8% (1)
<b>A. chor. post.m.</b>	60	18,3% (11)	71,7% (43)	6,7% (4)	3,3% (2)

#### 4.1.5. Arteria chorioidea posterior medialis (ACPOM)

Als ein weiterer Abgang der PCA wurde die A. chorioidea posterior medialis untersucht (s. Tab. 10). Sie konnte in allen Hemisphären nachgewiesen werden. In 84,6% (44 von 52 Fällen) war eine und in 15,4% (acht Fälle) waren zwei Arterien vorhanden. Somit konnten pro Hemisphäre 1,2 Arterien gefunden werden. Beim Ursprung lag eine größere Variabilität als bei den anderen Gefäßen vor. Die ACPOM

ging nicht nur aus allen P-Segmenten, sondern auch jeweils in einem Fall (1,7%) aus der A. temporalis posterior und aus der A. parietooccipitalis hervor. Am häufigsten, nämlich in 43 von 60 Fällen (71,7%), entsprang sie aus dem P2-Segment, aus dem P1-Segment in 18,3% und aus der P3 lediglich nur in 6,7% (viermal). Eine weitere Besonderheit war, dass wir in zwei Fällen (3,3%) einen gemeinsamen Ursprung mit der A. quadrigeminalis fanden. Die Strecke zwischen dem Anfang der PCA und dem Ursprung der A. chorioidea posterior medialis, angegeben als Abstand d, war im Durchschnitt  $18,65 \pm 14,56$  mm (1,98 bis 73,58 mm) lang. Der extreme Minimalwert entstand dadurch, dass es sich hier um einen gemeinsamen Ursprung mit der A. quadrigeminalis handelte. Beim sehr großen Maximalwert ging die ACPOM aus der Arteria parietooccipitalis hervor, die bekanntermaßen ein Endast der A. cerebri posterior ist. Insgesamt entsprang diese Arterie in neun Fällen (15%) spät aus der PCA. Für diese erhielten wir einen Mittelwert für den Abstand d von 48,14 mm, welcher größer war als die doppelte Standardabweichung. Der Ursprung der ersten ACPOM konnte bis zu 12,50 mm proximal und 63,34 mm distal der Einmündung der A. communicans posterior liegen. Bei einem proximalen Abgang, somit aus der P1, betrug der Mittelwert 5,43 mm, bei einem distalen Abgang betrug der Wert 11,30 mm. Insgesamt konnten in fünf Fällen (9,6%) ein Abgang auf Höhe der Einmündung gefunden werden.

Der mittlere Wert für den Diameter war 0,85 mm mit einer Standardabweichung von 0,18 mm. Die dünnste Arterie war 0,45 mm und die dickste 1,21 mm weit.

Über weite Strecken begleitete die ACPOM die A. cerebri posterior und wurde zum größten Teil von dieser verdeckt. Sie gab mehrere Rami zum Pedunculus, Tegmentum und Tectum mesencephali, Pulvinar und zur Pinealis ab. Im Bereich des Sulcus lateralis mesencephali teilte sie sich gelegentlich (in elf Fällen, 18,3%) auf. Charakteristisch für den Verlauf war ein konvexer Bogen in der Cisterna quadrigeminalis um das dorsale Mesencephalon bis zur Pinealis. Lateral von dieser zog die A. chorioidea posterior medialis in Richtung dritten Ventrikel.

**Tab. 10:** Durchmesser der A. chorioidea posterior medialis (ACPOM). *Abstand d:* Länge vom Beginn der A. cerebri posterior bis zum Ursprung der ACPOM, *Abgang:* Angabe des Ursprungsgefäßes. Alle Angaben in mm. *Poc* A. parietooccipitalis, *TP* A. temporalis posterior.

Präparat	A. ch postmed		Abstand d		Abgang	
	re	li	re	li	re	Li
1	0,68	1,05	8,95	14,09	P2	P2
2	0,81	0,79	13,48	42,11	P2	P3
3	1,00	0,61	6,34	19,63	P1	P2
4	0,77	1,12	8,33	9,07	P1	P2
5	0,78	0,84	10,07	7,43	P2	P1
	0,52		24,81		P2	
6	1,12	1,17	12,08	8,72	P1	P2
7	0,97	1,15	18,19	42,08	P2	P2
8	0,83	0,67	7,87	14,08	P1	P2
9	1,09	0,95	9,52	17,16	P2	P2
10	0,94	0,75	12,74	10,09	P2	P1
11	0,99	0,92	11,47	10,39	P2	P2
12	0,95	0,68	28,39	1,98	P2	P1
	0,45	0,83	9,58	48,28	P2	P2
13	0,88	0,69	12,54	13,45	P2	P2
14	1,14	0,65	9,28	12,25	P2	P2
		0,71		24,12		P2
15	0,95	1,05	9,51	8,80	P2	P2
16	0,71	0,54	73,58	11,37	<b>Poc</b>	P2
		0,77		49,80		P3
17	0,82	0,86	11,10	34,50	P2	P2
18	0,75	0,79	12,43	7,11	P2	P1
19	0,59	0,77	10,95	10,19	P2	P2
20	0,79	0,93	39,22	40,63	P2	P2
21	0,74	0,92	5,50	43,53	P1	P3
22	0,74	1,21	6,55	23,92	P1	P2
	1,06		53,99		P3	
23	1,02	1,10	6,78	9,80	P1	P2
24	0,68	0,60	9,14	12,28	P2	P2
	0,82	0,79	32,82	26,85	<b>TP</b>	P2
25	1,16	0,88	25,16	12,00	P2	P2
26	0,72	0,79	22,23	10,70	P2	P2
Anzahl	60		60			
	30	30	30	30		
MITELW	0,85		18,65			
	0,85	0,85	17,42	19,88		
MIN	0,45		1,98			
	0,45	0,54	5,50	1,98		
MAX	1,21		73,58			
	1,16	1,21	73,58	49,80		
STABWN	0,18		14,56			
	0,18	0,18	15,07	13,92		
VAR	0,03		211,87			
	0,03	0,03	227,04	193,67		

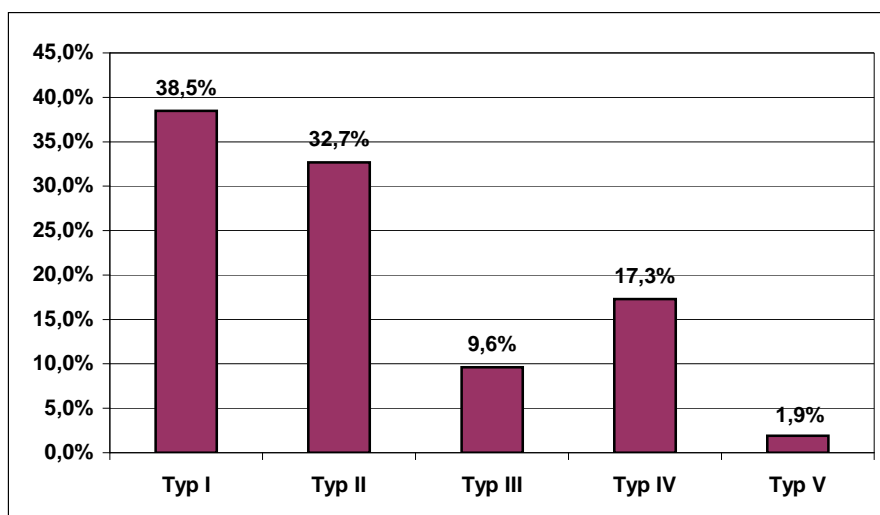
#### 4.1.6. Arteriae temporales inferiores

Zu den kortikalen Gefäßen, die aus der PCA entsprangen (s. Tab. 12), gehörten neben der Arteria hippocampalis, die hier nicht näher erläutert werden soll, die Arteriae temporales inferiores. Man unterscheidet einen anterioren, medialen und einen posterioren Ramus. Eine Besonderheit stellte die Arteria temporalis communis dar, aus der wiederum die anderen Rami hervorgingen. Auf die einzelnen Arterien wird in den folgenden Abschnitten gesondert eingegangen.

Durch das Vorhandensein bestimmter Arterien und die Kombination mit anderen Gefäßen konnte eine Typeneinteilung der Abgänge der Arteriae temporales vorgenommen werden. Hierbei wurde zunächst darauf geachtet, wie viele Arterien vorkamen und ob es eine Arteria temporalis communis gab. Mithilfe dieser Daten kristallisierten sich fünf Gruppen heraus (s. Tab. 11 und Abb. 16). Der Typ I, d.h. alle drei Arterien waren vorhanden, war in 20 Hemisphären (38,5%) nachzuweisen. Die Variante mit nur den Arteriae temporales anterior und posterior (Typ II) wurde in 17 Fällen (32,7%) gefunden. Beim Typ III (9,6%) und Typ IV (17,3%) wurde ebenfalls die Einteilung in der eben genannten Weise vorgenommen mit dem Zusatz, dass bei diesen Varianten eine Arteria temporales communis vorgeschaltet war. Ein Sonderfall (Typ V), bei dem es nur eine temporale Arterie gab, konnte ebenfalls beobachtet werden.

**Tab. 11:** Einteilung der Aa. temporales inferiores in fünf Typen. A. temp. ant. bzw. post. A. temporalis anterior bzw. posterior, A. temp. comm. A. temporalis communis.

Typ	Gefäße	Anzahl	Häufigk.
<b>Typ I</b>	alle 3 Arterien	20	38,5%
<b>Typ II</b>	2 Arterien (A. temp. ant. + post.)	17	32,7%
<b>Typ III</b>	A. temp. comm. + 3 Arterien	5	9,6%
<b>Typ IV</b>	A. temp. comm. + 2 Arterien	9	17,3%
<b>Typ V</b>	1 Arterie (A. temp. post.)	1	1,9%



**Abb. 16:** Häufigkeit der Typen der Aa. temporales inferiores.

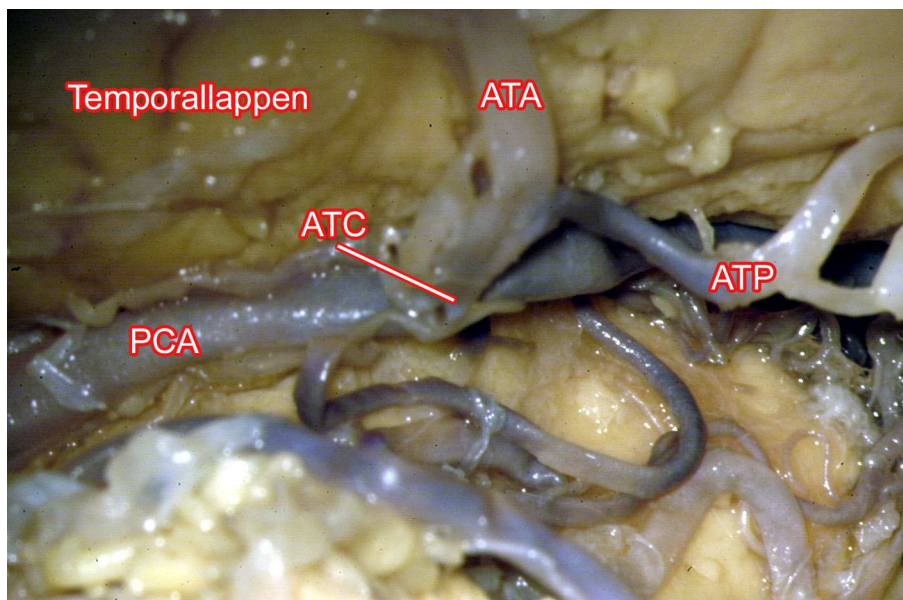


**Tab. 12:** Ursprungsgefäß der Aa. temporales communis, anterior, media und posterior.

Gefäß	Anz.	P1	P2	P3	andere
<b>A. temp. comm.</b>	14	0% (0)	100% (14)	0% (0)	0% (0)
<b>A. temp. ant.</b>	52	0% (0)	71,1% (37)	0% (0)	28,8% (15)
<b>A. temp. med</b>	25	0% (0)	72,0% (18)	0% (0)	28,0% (7)
<b>A. temp. post</b>	52	0% (0)	73,1% (38)	0% (0)	26,9% (14)

#### **4.1.6.1. Arteria temporalis communis (ATC)**

Wie schon beschrieben gab es in einigen Fällen einen gemeinsamen Ursprung der Arteriae temporales, der als Arteria temporalis communis bezeichnet wird. In dieser Studie konnte dieses Gefäß mit einem mittleren Außendurchmesser von  $2,04 \pm 0,32$  mm (1,55 bis 2,72 mm) in 14 Hemisphären (26,9%) nachgewiesen werden. In fünf Fällen speiste sie drei und in neun Fällen zwei temporale Gefäße (s. Abb. 17). Die ATC ging immer aus dem P2-Segment mit einem Abstand von  $31,36 \pm 5,97$  mm zum Ursprung der PCA (Abstand e) und einem mittleren Abstand von 22,03 mm (6,48 bis 32,62 mm) zur A. communicans posterior hervor. Am längsten war der Abstand e mit 44,07 mm und am kürzesten mit 22,62 mm (s. Tab. 13).



**Abb. 17:** A. temporalis communis (ATC) als gemeinsamer Ursprung der A. temporalis anterior (ATA) und A. temporalis posterior (ATP). Blick von lateral auf die linke Seite. PCA A. cerebri posterior.



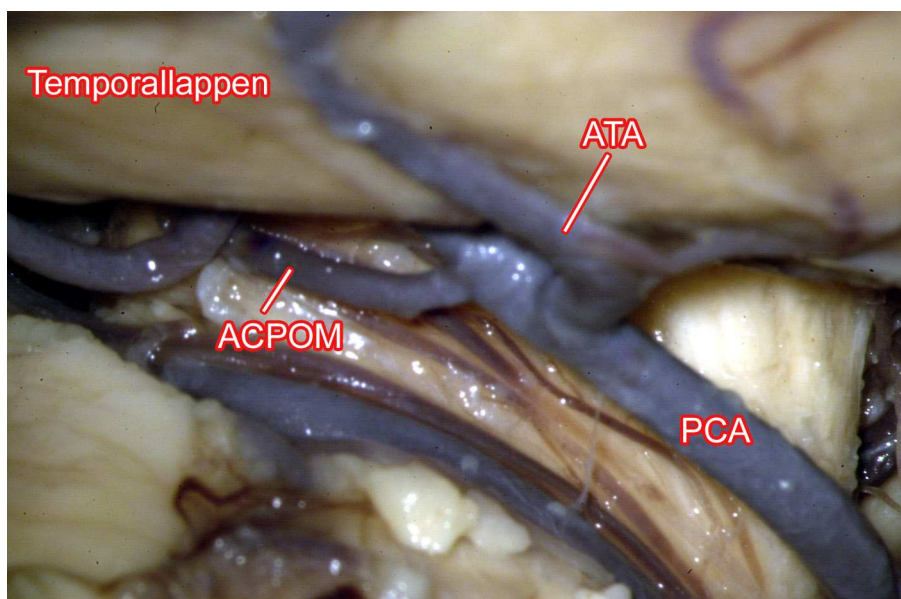
**Tab. 13:** Außendurchmesser der Aa. temporales communis (ATC) und anterior (ATA). *Abstand e* bzw. *f*: Länge vom Beginn der A. cerebri posterior bis zum Ursprung der ATC bzw. ATA. Alle Angaben in mm. *Abgang*: Ursprungsgefäß der A. temporalis anterior. *TC* A. temporalis communis, *TP* A. temporalis posterior.

Präparat	A. temp. comm.		Abstand e		A. temp. ant.		Abstand f		Abgang	
	re	li	re	li	re	li	re	li	re	li
1	2,72		24,73		1,44	1,66	24,73	27,29	TC	P2
2					0,73	1,09	33,80	29,30	P2	P2
3	2,17	1,98	22,62	22,69	1,23	0,80	22,62	22,69	TC	TC
4					0,91	1,66	34,86	25,38	P2	P2
5	1,74		40,22		0,95	1,18	40,22	32,55	TC	P2
6					1,19		33,30		P2	
7	1,90	2,37	32,15	44,07	1,69	1,28	32,15	44,07	TC	TC
8					1,00	1,05	29,42	30,38	P2	P2
9					1,33	1,21	26,77	26,86	P2	P2
10					1,57	0,94	28,85	33,01	P2	P2
11		2,04		29,05	0,91	0,95	29,88	29,05	P2	TC
12					1,72	1,70	25,81	36,38	P2	P2
13		2,09		33,85	0,99	0,97	29,68	33,85	P2	TC
14		2,58		25,99	1,52	0,96	29,23	25,99	P2	TC
15					1,35 0,97	1,34	26,67 26,67	26,53	P2 P2	P2
16		1,60		31,00	0,87	0,80	37,27	31,00	TP	TC
17					1,10	1,37	27,67	32,19	P2	P2
18	1,55		35,14		1,46	0,87	35,14	37,34	TC	P2
19					1,26	1,03	25,35	22,47	P2	P2
20					1,03	0,92	37,23	30,43	P2	P2
21		2,04		33,66	1,20	0,78	33,48	33,66	P2	TC
22					1,84	1,36	23,83	25,12	P2	P2
23					1,11	2,17	31,15	27,96	P2	P2
24	1,89	1,90	32,82	31,08	1,06	1,37	32,82	31,08	TC	TC
25					0,98	0,89	22,98	20,42	P2	P2
26					0,75	1,22	28,34	28,28	P2	P2
Anzahl	14		14		52		52			
	6	8	6	8	27	25	27	25		
MITTELW	2,04		31,36		1,19		29,87			
	2,00	2,08	31,28	31,42	1,19	1,18	30,00	29,73		
MIN	1,55		22,62		0,73		20,42			
	1,55	1,60	22,62	22,69	0,73	0,78	22,62	20,42		
MAX	2,72		44,07		2,17		44,07			
	2,72	2,58	40,22	44,07	1,84	2,17	40,22	44,07		
STABWN	0,32		5,97		0,31		4,82			
	0,37	0,28	6,00	5,94	0,29	0,33	4,57	5,07		
VAR	0,11		35,61		0,10		23,20			
	0,14	0,08	35,97	35,32	0,09	0,11	20,85	25,71		

#### 4.1.6.2. *Arteria temporalis anterior (ATA)*

Von den drei kortikalen Gefäßen, die den Temporallappen von der Unterfläche her versorgten, war die Arteria temporalis anterior als erste aufzufinden (s. Abb. 18). Diese Arterie konnte in 51 Hemisphären (98,1%) nachgewiesen werden. Einmal fehlte sie und in einem Fall gab es eine zweite, so dass in der Untersuchung wiederum 52 Gefäße beurteilt wurden. Es konnte ein mittlerer Durchmesser von  $1,19 \pm 0,31$  mm, ein Minimalwert von 0,73 mm und ein Maximalwert von 2,17 mm ermittelt werden. Mit einem im Durchschnitt  $29,87 \pm 4,82$  mm (20,42 bis 44,07 mm) großen Abstand bis zum Beginn der PCA (Abstand f) entsprang die ATA in 71,1% (37 Fälle) aus dem P2-Segment, in 26,9% (14 Fälle) aus der A. temporalis communis und in einem Fall (1,9%) aus der A. temporalis posterior. Falls sie aus einem anderen Gefäß als die PCA hervorging, wurde der Abstand vom anderen Gefäß herangezogen. Wenn man diesen Ursprung in bezug zur Einmündung der A. communicans posterior nahm, dann erhielten wir einen Wert von 21,04 mm (minimal: 6,48 mm; maximal: 32,62 mm) für diesen Abstand (s. Tab. 13).

Die ATA teilte sich in 21 Fällen (40,4%) auf der Unterfläche des Temporallappens in zwei weitere Äste auf, die hufeisenförmig weiter verliefen. Die 42 Arterien lieferten einen Mittelwert von  $0,94 \pm 0,27$  mm für den Diameter. Der kleinste Wert betrug 0,56 mm und der größte 2,01 mm. Die Unterschiede in den verschiedenen Seiten können aus der Tabelle 14 entnommen werden. Zum Versorgungsgebiet der A. temporalis anterior gehörte vor allem die vordere und gelegentlich auch ein Teil der mittleren Unterfläche, besonders wenn es keine A. temporalis media gab. Falls es zur Aufteilung dieser Arterie kam, war diese Hufeisenform besonders charakteristisch.

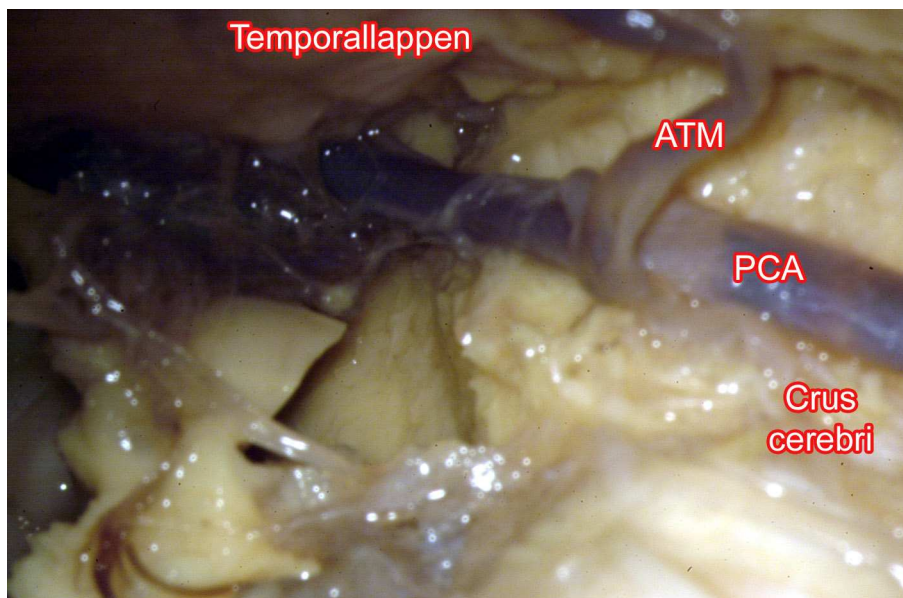


**Abb. 18:** ATA  
A.temporalis anterior  
aus der A. cerebri  
posterior (PCA).  
ACPOM  
A.chorioidea  
posterior medialis.  
Blick von lateral auf  
die rechte Seite.

#### 4.1.6.3. *Arteria temporalis media (ATM)*

Die Arteria temporalis media (s. Abb. 19) ist von den drei temporalen Ästen die seltenste. Sie konnte nur in 48,1 % der Fälle (25 Hemisphären) gefunden werden. Mit einem mittleren Durchmesser von  $1,11 \pm 0,27$  mm (Minimum: 0,68 mm; Maximum: 1,56) ist sie auch die dünnste dieser kortikalen Arterien (s. Tab. 15). In 18 Fällen (72,0%) hatte die ATM ihren Ursprung in der P2, in 5 Hemisphären (20,0%) in der A. temporalis communis und in zwei Fällen (8,0%) in der A. temporalis posterior. Der Abstand g (s. Tab. 15) zwischen diesem Ursprung und dem Beginn der PCA war im Schnitt 35,38 mm mit einer Standardabweichung von 6,72 mm (minimal: 24,81 mm; maximal: 50,98 mm) und bis zur Einmündung der A. communicans posterior durchschnittlich 26,56 mm (18,43 bis 41,72 mm) groß. Ihr Versorgungsgebiet war in Relation zu den anderen Gefäßen kleiner und beschränkte sich auf ein kleines Areal im mittleren Bereich der Unterfläche des Temporallappens.

Auch bei dieser Arterie konnten Aufteilungen, nämlich in 5 Fällen (20,0%), nachgewiesen werden (s. Tab. 14). Bei der Durchmesserbestimmung der zehn Arterien erhielten wir folgende Ergebnisse: ein Durchschnittswert von 0,98 mm mit einer Standardabweichung von 0,21 mm, einem Minimalwert von 0,64 mm und einem Maximalwert von 1,27 mm.



**Abb. 19:** A. temporalis media (ATM) aus der A. cerebri posterior (PCA).  
Blick von lateral auf die rechte Seite.

**Tab. 14:** Häufigkeit der Aufteilungen der Aa. temporales inferiores. Durchmesser dieser Arterien in mm.

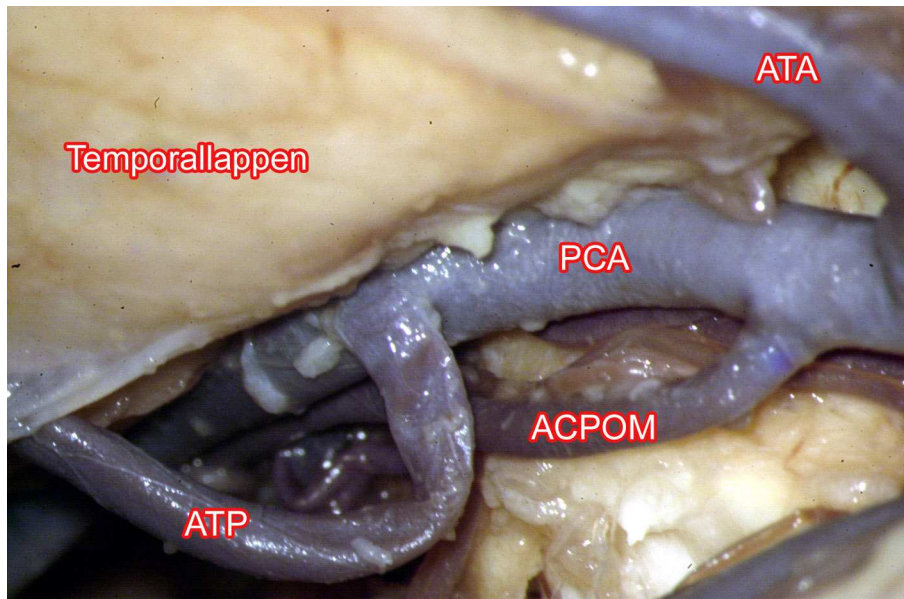
Gefäß		gefunden in Hemisphären	Anz. n	MITTELW	MIN	MAX	STABWN	VAR
<b>Aufteilung der A. temp. ant.</b>	rechts	11/27 40,7%	22	0,90	0,56	1,58	0,23	0,05
	links	10/25 40,0%	20	0,98	0,65	2,01	0,31	0,10
	gesamt	21/52 40,4%	42	0,94	0,56	2,01	0,27	0,07
<b>Aufteilung der A. temp. med.</b>	rechts	2/11 18,2%	4	1,00	0,64	1,27	0,26	0,07
	links	3/14 21,4%	6	0,97	0,80	1,26	0,18	0,03
	gesamt	5/25 20,0%	10	0,98	0,64	1,27	0,21	0,05
<b>Aufteilung der A. temp. post.</b>	rechts	13/26 50,0%	26	1,26	0,82	1,81	0,25	0,06
	links	12/26 46,2%	24	1,29	0,63	1,94	0,33	0,11
	gesamt	25/52 48,1%	50	1,27	0,63	1,94	0,29	0,08

#### 4.1.6.4. *Arteria temporalis posterior (ATP)*

Abschließend wurde die Arteria temporalis posterior aufgesucht und untersucht (s. Abb. 20). Sie konnte in allen Präparaten nachgewiesen werden. Für den Außendurchmesser ermittelten wir einen mittleren Wert von  $1,63 \pm 0,26$  mm (0,87 bis 2,24 mm). Es fällt auf, dass diese letzte Arterie nicht nur die häufigste, sondern auch die dickste war (s. Tab. 15). Ihren Ursprung hatte die ATP in 73,1% (38 Hemisphären) im P2-Segment, in 13 Fällen (25,0%) in der A. temporalis communis und in einem Fall (1,9%) in der A. calcarina. Üblicherweise endete nach ihrem Ursprung die P2, und das P3-Segment der A. cerebri posterior begann. Der Abstand h (s. Tab. 15), der zwischen diesem Punkt und dem Anfang der PCA gemessen wurde, betrug  $37,34 \pm 8,07$  mm. Hier lag der kleinste Wert bei 22,62 mm und der größte bei 55,45 mm. Für die Vergleichbarkeit mit anderen Arbeiten wurde auch der Abstand des Ursprungs bis zur Einmündung der A. communicans posterior ermittelt. Wir erhielten einen Mittelwert von 28,41 mm (6,48 bis 45,42 mm).

Wie bei den anderen Temporalarterien teilte sich die A. temporalis posterior meist in zwei Endäste auf. Dabei versorgte der vordere Ast, der meist kaliberstärker war, die laterale Unterfläche und der hintere Ast die mediale Fläche des Temporallappens bis in die Okzipitalregion. Eine solche Teilung fand ebenfalls häufiger als bei den übrigen temporalen Gefäßen, nämlich in 25 Hemisphären (48,1%), statt. Diese Endäste waren im Durchschnitt  $1,27 \pm 0,29$  mm dick, wobei die Werte zwischen 0,63 mm und 1,94 mm lagen (s. Tab. 14). Wie schon angesprochen gehörten die mediale und

laterale Unterfläche des Temporallappens zum Versorgungsgebiet der ATP. Dieses Gebiet erstreckte sich ungefähr von der Mitte des Lappens bis zum Okzipitalpol.



**Abb. 20:** A. temporalis posterior (ATP) aus der A. cerebri posterior (PCA). Blick von lateral auf die rechte Seite. ACPOM A. chorioidea posterior, ATA A. temporalis anterior.

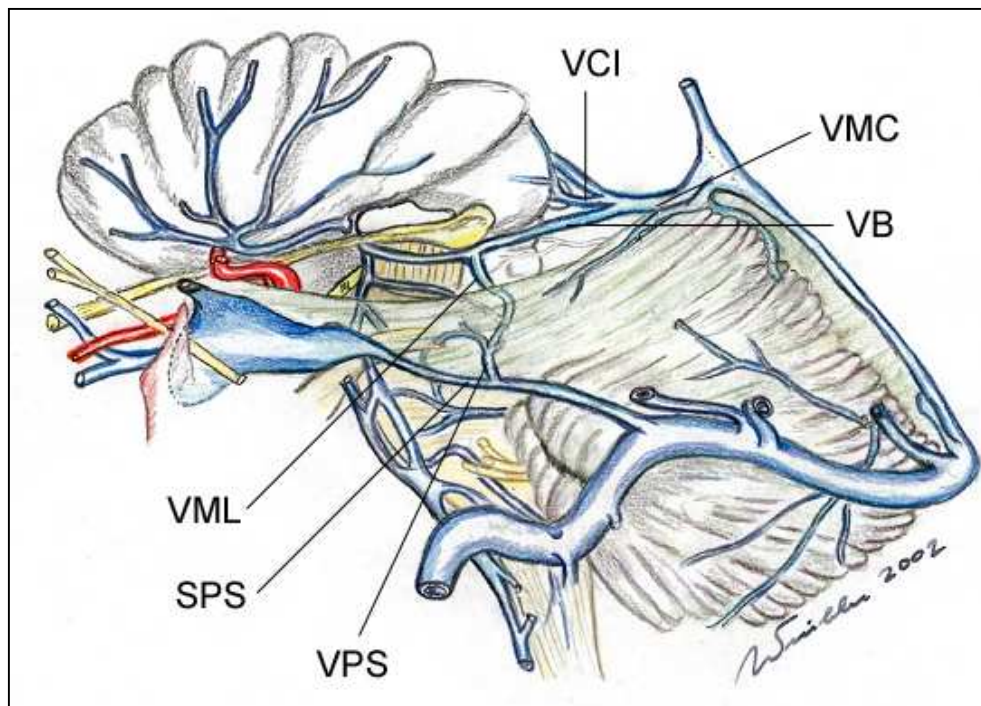
**Tab. 15:** Außendurchmesser der Aa. temporales media (ATM) und posterior (ATP). *Abstand g* bzw. *h*: Länge vom Beginn der A. cerebri posterior bis zum Ursprung der ATM bzw. ATP. Alle Angaben in mm. *Abgang*: Ursprungsgefäß der Aa. temporales media und posterior. *TC* A. temporalis communis, *TP* A. temporalis posterior, *AC* A. calcarina.

Präparat	A. temp. med.		Abstand g		Abgang		A. temp. post.		Abstand h		Abgang	
	re	li	re	li	re	li	re	li	re	li	re	li
1		1,09		36,46		P2	2,00	2,02	24,73	41,28	TC	P2
2							1,54	2,05	38,83	33,28	P2	P2
3							1,44	1,75	22,62	22,69	TC	TC
4	1,36		42,89		P2		1,72	1,53	48,80	39,01	P2	P2
5	1,43		40,22		TC		1,57	1,82	40,22	33,91	TC	P2
6	1,14		37,74		P2		1,96	2,07	41,75	34,56	P2	P2
7		1,01		44,07		TC	1,82	1,63	32,15	44,07	TC	TC
8	0,73	1,13	31,68	35,55	P2	P2	1,70	1,56	36,94	45,63	P2	P2
9	1,24		31,16		P2		1,32	1,86	34,31	31,25	P2	P2
10	1,01		31,31		TP		1,58	1,65	31,31	34,23	P2	P2
11	1,54	1,53	31,62	29,05	P2	TC	1,47	1,47	44,21	29,05	P2	TC
12		0,68		47,66		P2	1,24	1,27	34,87	55,45	P2	P2
13							1,53	1,53	30,89	33,85	P2	TC
14	0,90	1,56	29,23	25,99	P2	TC	2,00	1,34	40,40	25,99	P2	TC
15	0,94		38,69		P2		1,48	1,77	45,66	37,39	AC	P2
16							1,47	1,58	37,27	31,00	P2	TC
17		0,76		44,57		P2	1,60	1,56	31,19	53,64	P2	P2
18		1,21		50,98		P2	1,33	1,51	35,14	54,68	TC	P2
19	0,73	1,15	33,35	30,04	P2	P2	1,80	1,81	34,71	42,65	P2	P2
20		1,07		34,27		P2	1,26	1,33	52,78	45,62	P2	P2
21		0,90		33,66		TC	1,75	1,56	38,35	33,66	P2	P2
22		1,35		27,98		TP	1,36	1,98	48,62	27,98	P2	P2
23							2,24	1,51	33,09	48,08	P2	P2
24							1,85	1,58	32,82	31,08	TC	TC
25		1,08		24,81		P2	1,77	1,85	28,54	30,89	P2	P2
26	1,41	0,75	31,01	40,52	P2	P2	1,37	0,87	33,58	46,76	P2	P2
Anzahl	25		25				52		52			
	11	14	11	14			26	26	26	26		
MITTELW	1,11		35,38				1,63		37,34			
	1,13	1,09	34,45	36,12			1,62	1,63	36,68	37,99		
MIN	0,68		24,81				0,87		22,62			
	0,73	0,68	29,23	24,81			1,24	0,87	22,62	22,69		
MAX	1,56		50,98				2,24		55,45			
	1,54	1,56	42,89	50,98			2,24	2,07	52,78	55,45		
STABWN	0,27		6,72				0,26		8,07			
	0,27	0,26	4,37	8,03			0,25	0,26	7,12	8,87		
VAR	0,07		45,15				0,07		65,12			
	0,07	0,07	19,09	64,40			0,06	0,07	50,70	78,69		



## 4.2. Venen

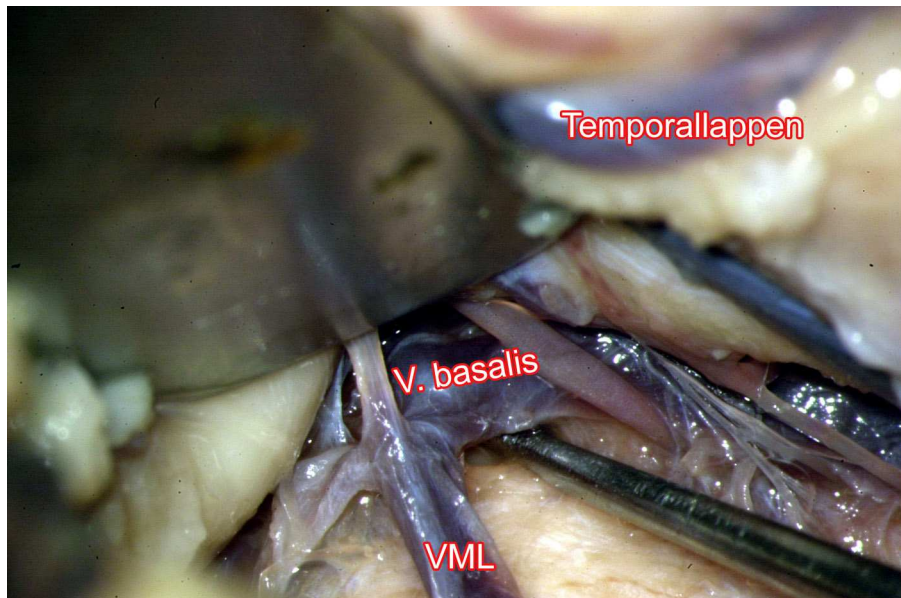
Da die Beurteilung der venösen Verhältnisse der Incisura tentorii (Abb. 21) bei dieser Studie wichtig war, wurden die Venen ebenfalls, wie es schon im Methodikteil beschrieben wurde, vermessen. Großen Wert wurde auf die Kaliberbestimmung und die Lage der Venen gelegt. Es werden nun in den folgenden Abschnitten die Venae mesencephalica lateralis, pontomesencephalica und peduncularis einzeln erläutert. Im vierten Punkt wird noch auf sonstige Venen, die beobachtet wurden, eingegangen.



**Abb. 21:** Übersicht der tiefen venösen Strukturen. VML V. mesencephalica lateralis, SPS Sinus petrosus superior, VB V. basalis, VMC V. magna cerebri, VCI V. cerebri interna, VPS V. petrosa (nach Nieuwenhuys, 1991)

#### 4.2.1. Vena mesencephalica lateralis (VML)

Die Vena mesencephalica lateralis stellt eine venöse Verbindung zwischen der Vena basalis Rosenthal und der Vena petrosa dar. Sie dient als eine wichtige, genauer gesagt als die wichtigste, supra- und infratentorielle Anastomose. Wir konnten diese wichtige Drainagevene in allen 52 Hemisphären nachweisen, welches die Bedeutung dieser Vene nochmals herausstellt. Im Durchschnitt war sie  $1,07 \pm 0,35$  mm dick. Dieser Kaliber hatte sein Maximum bei 2,15 mm und seinen minimalen Wert bei 0,37 mm (s. Tab. 17). Durch diesen Größenunterschied wird ebenfalls verdeutlicht, dass die V. mesencephalica lateralis eine unterschiedlich starke Drainagefunktion der V. basalis (s. Abb. 22) in die V. petrosa besitzt.



**Abb. 22:** Einmündung der V. mesencephalica lateralis (VML) in die V. basalis. Blick von lateral auf die linke Seite.

#### Lage

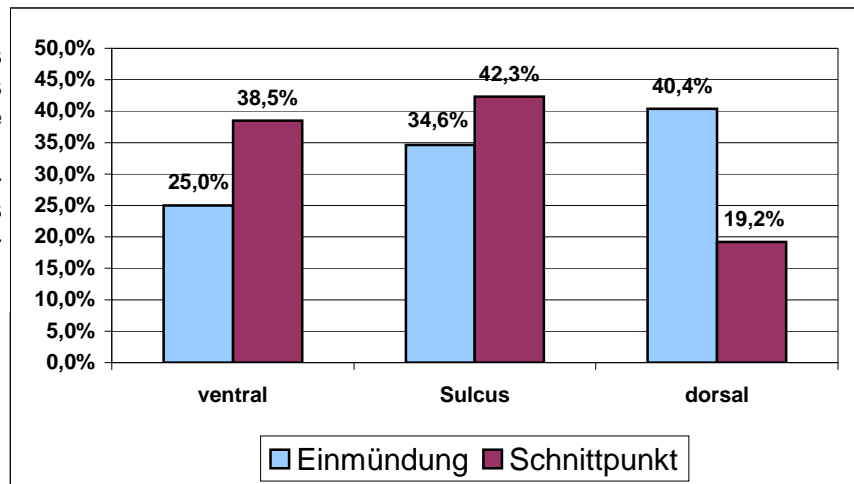
Als zentrale Vene dieser Studie wurde die V. mesencephalica lateralis genauer auf ihren Verlauf und auf ihre Lage untersucht. Für die Beurteilung spielte der Sulcus lateralis mesencephali eine herausragende Bedeutung, da dieser als eine zuverlässige Landmarke identifiziert werden konnte. Im folgenden wurde nun die VML in ihrer Lage zum Sulcus betrachtet. Für eine sinnvolle und nachvollziehbare Einteilung wurde die Vene einerseits kranial- und andererseits kaudalwärts beobachtet. Kranial wurde die Lage der Einmündung der Vene in die V. basalis Rosenthal zum Sulcus und kaudal die Lage der Vene selbst zum Schnittpunkt



zwischen dem Sulcus pontomesencephalicus und dem Sulcus lateralis mesencephali notiert (s. Abb. 23). Hierbei gab es jeweils drei verschiedene Möglichkeiten:

- ventral vom Sulcus
- auf Höhe des Sulcus
- dorsal vom Sulcus

**Abb. 23:** Lage der V. mesencephalica lateralis zum Sulcus lateralis mesencephali auf Höhe ihrer Einmündung in die V. basalis und des Schnittpunkts der Sulci lateralis mesencephali und pontomesencephalicus.



Bei den Untersuchungen stellten wir fest, dass die Einmündung der Vene in 13 Fällen (25,0%) ventral vom Sulcus mit einem durchschnittlichen Abstand von 3,23 mm, in 18 Fällen (34,6%) auf Höhe des Sulcus und in den übrigen 21 Hemisphären dorsal vom Sulcus mit einem mittleren Abstand von 2,66 mm zu finden war. Auf Höhe des Schnittpunkts der beiden Sulci konnte die Vene in 20 Fällen (38,5%) mit einem im Schnitt 1,83 mm großen Abstand vor, in 22 Fällen (42,3%) auf Höhe und in 10 Hemisphären (19,2%) mit einem mittleren Abstand von 1,44 mm hinter dem Sulcus beobachtet werden (s. Tab. 16).

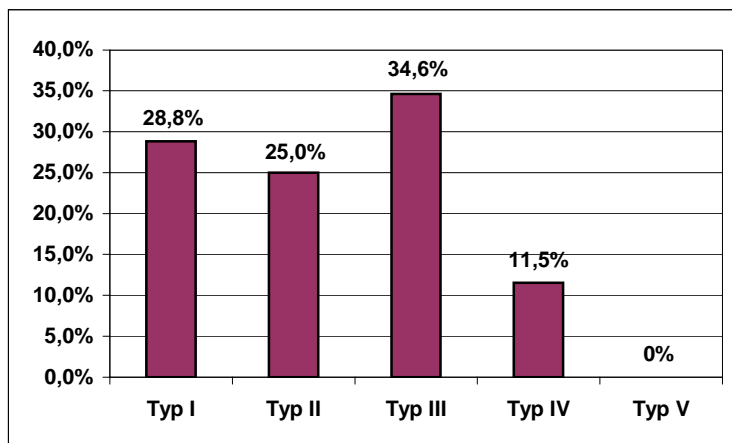
**Tab. 16:** Lage und Abstand der V. mesencephalica lateralis zum Sulcus lateralis mesencephali auf Höhe der Einmündung in die V. basalis und des Schnittpunkts der Sulci lateralis mesencephali und pontomesencephalicus. Beim Abstand (Angabe in mm) steht in der ersten Zeile der Mittelwert und in der zweiten die Spannweite.

Lage der V. mes. lat.		ventral	Abstand	auf Höhe d. Sulcus lat.	dorsal	Abstand
Einmündung in die V. basalis	rechts	6 (23,1%)	3,23 1,03-7,97	9 (34,6%)	11 (42,3%)	2,66 0,48-8,02
	links	7 (26,9%)		9 (34,6%)	10 (38,5%)	
	gesamt	13 (25,0%)		18 (34,6%)	21 (40,4%)	
Schnittpunkt der Sulci	rechts	9 (34,6%)	1,83 0,54-6,96	12 (46,2%)	5 (19,2%)	1,44 0,46-2,54
	links	11 (42,3%)		10 (38,5%)	5 (19,2%)	
	gesamt	20 (38,5%)		22 (42,3%)	10 (19,2%)	

## Klassifikation

Wenn man diese Punkte berücksichtigt, kann man eine Klassifikation vornehmen, die den Verlauf und die Lage der V. mesencephalica lateralis in bezug zum Sulcus lateralis wiedergibt. Wir entschieden uns für die folgende Klassifikation (Abb. 25-29):

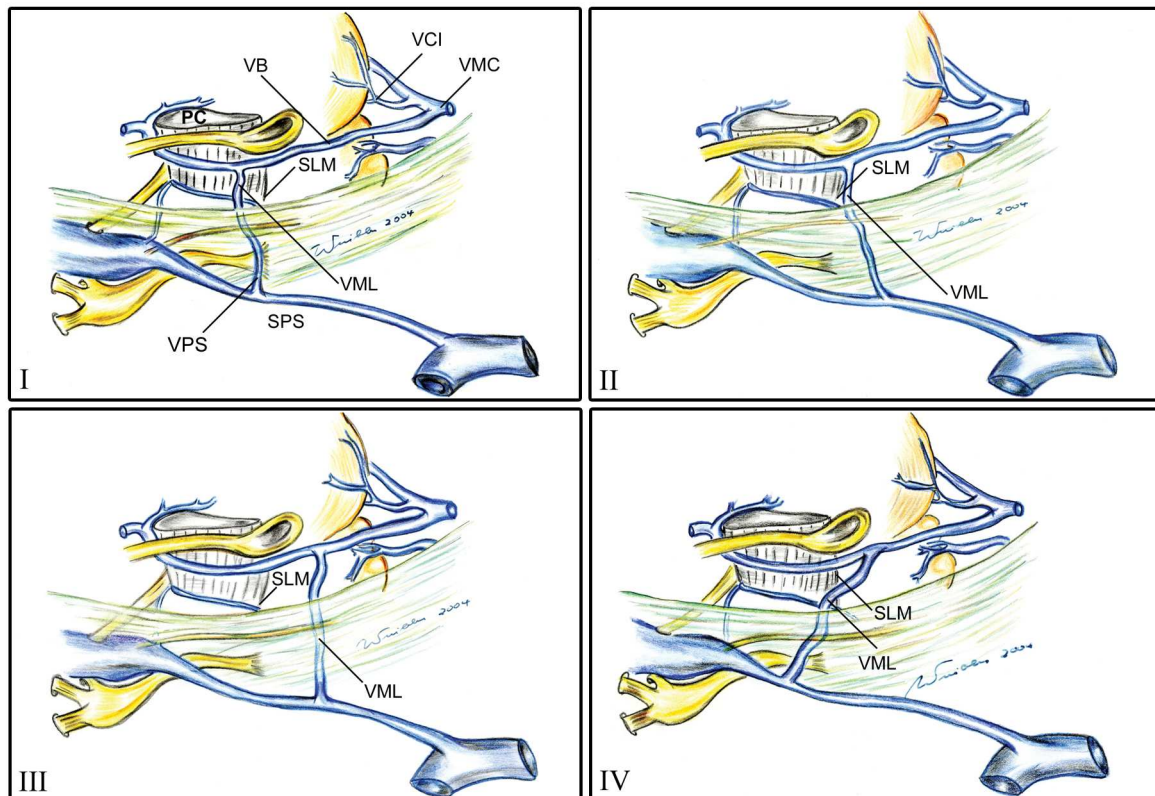
- TYP I : Die Vene ist immer ventral vom Sulcus
- TYP II : Die Vene ist immer auf Höhe des Sulcus
- TYP III : Die Vene ist immer dorsal vom Sulcus
- TYP IV : Die Vene überkreuzt den Sulcus von dorsal nach ventral
- TYP V : Die Vene überkreuzt den Sulcus von ventral nach dorsal



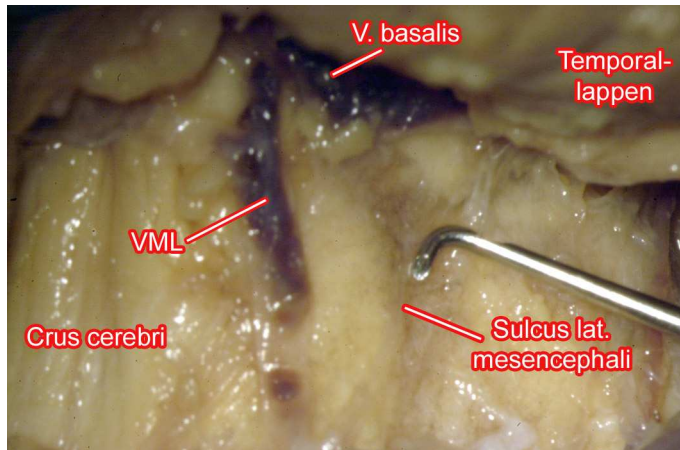
**Abb. 24:** Häufigkeit der Typen der V. mesencephalica lateralis. Bedeutung der einzelnen Typen siehe oben.

Ein Venenverlauf vom Typ I konnte in 15 (28,8%), vom Typ II in 13 (25,0%), vom Typ III in 18 (34,6%) und vom Typ IV in 6 Fällen (11,5%) beschrieben werden (s. Abb. 24). Ein sogenannter Typ V konnte in keinem einzigen Fall notiert werden, theoretisch ist dieser Typ durchaus denkbar. Daraus ergibt sich folgende Frage:

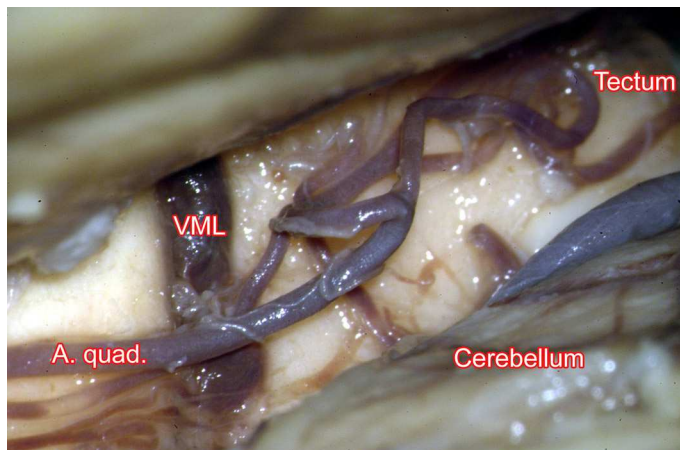
*Gibt es überhaupt einen Verlauf, der dem Typ V entspricht?*



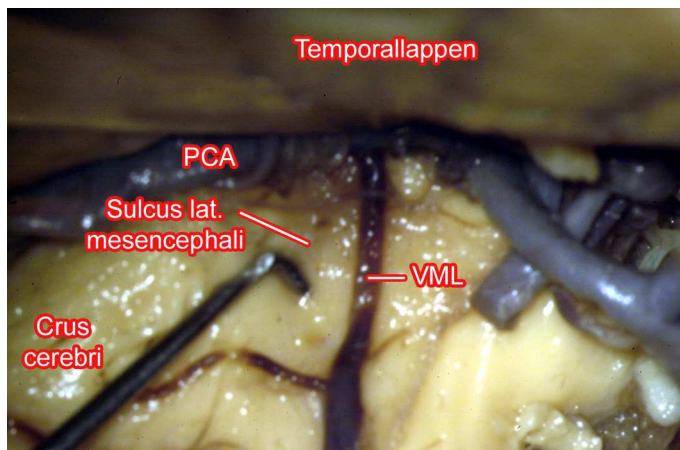
**Abb. 25:** Zeichnung der verschiedenen Typen der V. mesencephalica lateralis entsprechend ihres Verlaufs zum Sulcus lateralis mesencephali. Typ I immer vor dem Sulcus, Typ II entlang des Sulcus, Typ III immer hinter dem Sulcus, Typ IV kreuzt Sulcus von dorsal nach ventral. VML V. mesencephalica lateralis, SLM Sulcus lateralis mesencephali, PC Pedunculus cerebri, VB V. basalis, VCI V. cerebri interna, VMC V. magna cerebri, SPS Sinus petrosus superior, VPS Vena petrosa.



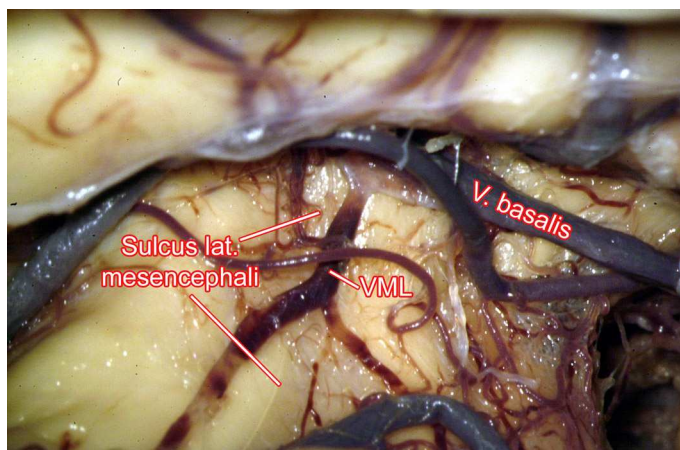
**Abb. 26:** TYP I der V. mesencephalica lateralis (VML). Vene verläuft immer vor dem Sulcus. Blick von lateral auf die linke Seite.



**Abb. 27:** TYP II der V. mesencephalica lateralis (VML). Vene verläuft immer im Sulcus. A. quad. A. quadrigeminalis. Blick von lateral auf die linke Seite.



**Abb. 28:** TYP III der V. mesencephalica lateralis (VML). Vene verläuft immer hinter dem Sulcus. PCA A. cerebri posterior. Blick von lateral auf die linke Seite.

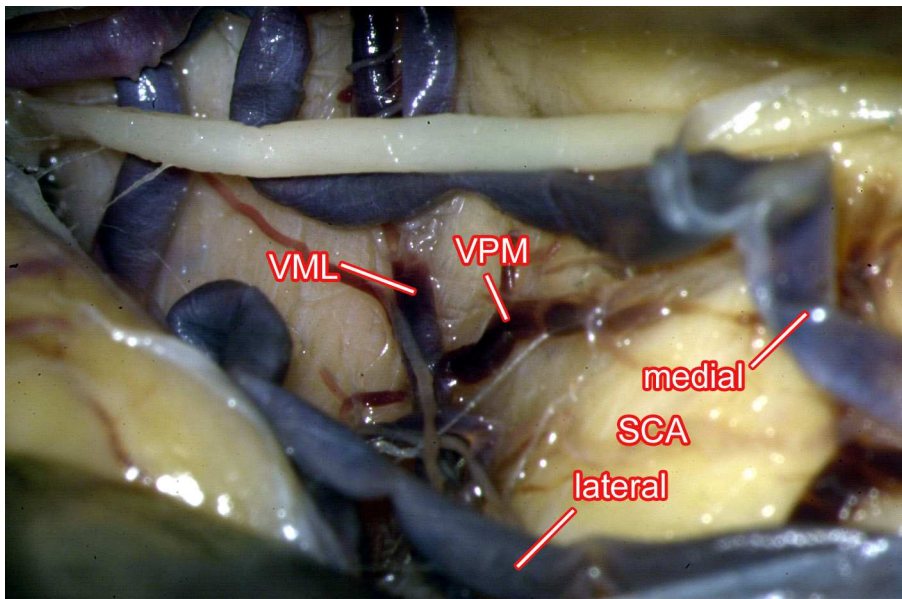


**Abb. 29:** TYP IV der V. mesencephalica lateralis (VML). Vene verläuft zunächst (oben) hinter dem Sulcus, überkreuzt ihn und verläuft unten vor dem Sulcus. Blick von lateral auf die linke Seite.

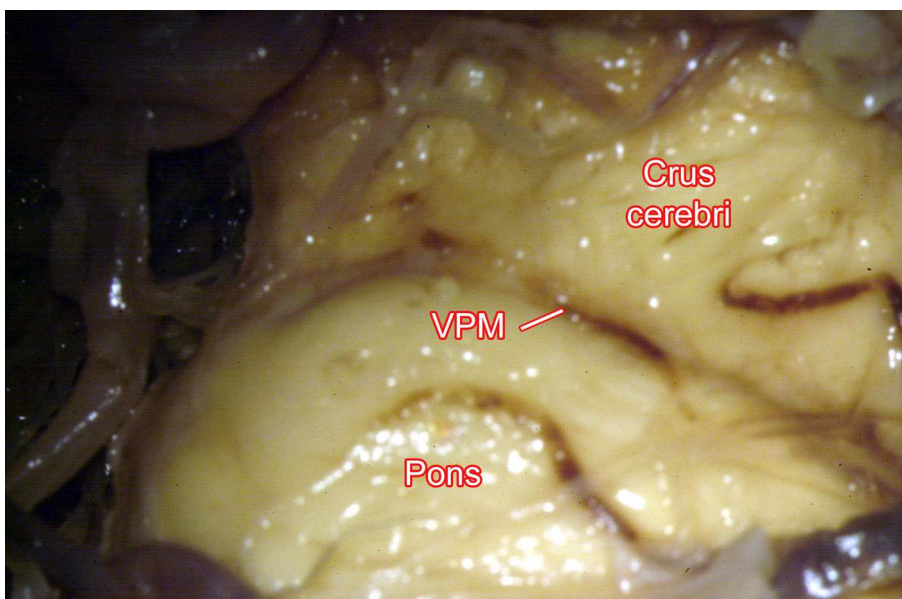


#### 4.2.2. Vena pontomesencephalica (VPM)

Die Vena pontomesencephalica war in unseren Untersuchungen eine im Sulcus pontomesencephalicus verlaufende Vene (s. Abb. 30 und 31), die eine Verbindung zwischen der vorderen und der hinteren supra- und infratentoriellen Anastomosen darstellte. Die VPM konnte in 44 Hemisphären (84,6%) nachgewiesen werden. Der Außendurchmesser betrug im Mittel 0,54 mm (s. Tab. 17) mit einer Standardabweichung von 0,20 mm. Der größte Wert, der gemessen wurde, war 1,00 mm und der kleinste 0,12 mm.



**Abb. 30:** Einmündung der V. pontomesencephalica (VPM) in die V. mesencephalica lateralis (VML). SCA A. cerebelli superior. Blick von lateral auf die rechte Seite.



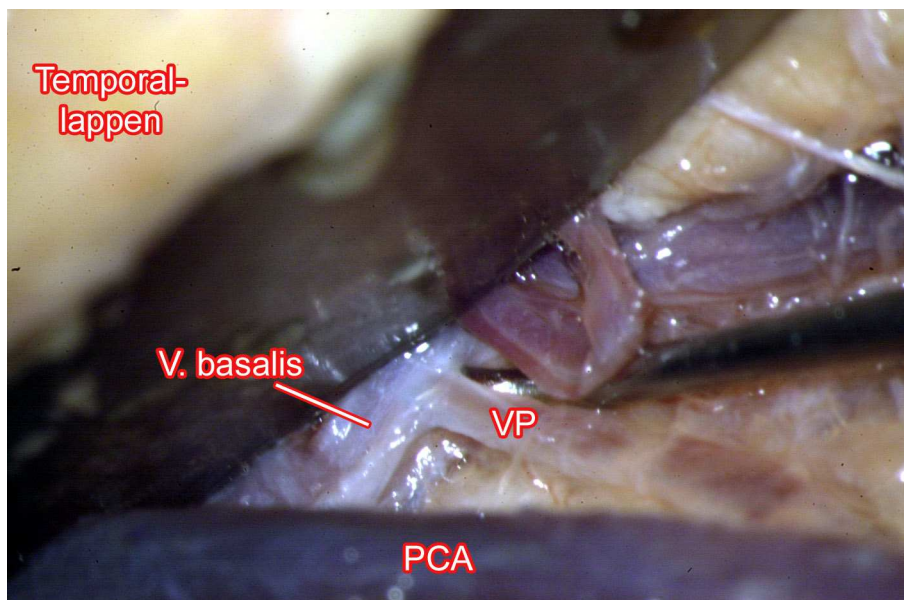
**Abb. 31:** Verlauf der V. pontomesencephalica (VPM) im Sulcus pontomesencephalicus. Blick von lateral auf die linke Seite.

**Tab. 17:** Durchmesser (in mm) der Vv. mesencephalica lateralis, pontomesencephalicus und peduncularis.

Präparat	V. mes. lat.		V. pontomes.		V. peduncularis	
	re	li	re	li	re	li
1	0,45	0,61	0,58	0,43	0,69	1,11
2	1,45	0,74	0,40	0,44	0,91	0,96
3	0,86	1,05	0,36		0,49	
4	1,27	0,81	0,27	0,25	0,75	
5	0,97	0,37	0,44	0,33	1,12	
6	1,37	0,81	0,38		0,74	0,76
7	0,57	0,68		0,62	0,52	0,42
8	1,61	1,19		0,12	0,75	0,86
9	0,97	1,33	0,51	0,42	0,70	0,70
10	2,15	1,20	0,50	0,30	0,89	
11	1,02	0,99	0,20		0,68	
12	1,30	1,37	0,31	0,63	1,04	0,71
13	1,16	1,19	0,69	0,51	0,65	0,58
14	0,81	1,12	0,74	0,53	0,91	0,75
15	0,86	1,42	0,32	0,53	1,14	0,54
16	1,66	1,59	0,56		0,86	0,48
17	0,44	1,38	0,47	0,67	0,66	0,88
18	1,14	1,00	0,73	0,84	1,44	1,71
19	0,52	1,26	0,53	0,86	1,23	0,74
20	1,05	1,03	0,73	0,74	0,68	1,26
21	1,02	1,11	0,85	0,82	1,31	
22	1,56	0,83	0,89	0,58	0,62	1,24
23	0,74	0,51	0,43	0,64	1,28	0,91
24	1,48	1,18	1,00	0,51	0,89	1,35
25	1,10	1,22	0,55			0,57
26	0,97	1,29	0,58		0,63	0,70
<b>Anzahl</b>	52		44		45	
	26	26	24	20	25	20
<b>MITTELW</b>	1,07		0,54		0,86	
	1,10	1,05	0,54	0,54	0,86	0,86
<b>MIN</b>	0,37		0,12		0,42	
	0,44	0,37	0,20	0,12	0,49	0,42
<b>MAX</b>	2,15		1,00		1,71	
	2,15	1,59	1,00	0,86	1,44	1,71
<b>STABWN</b>	0,35		0,20		0,29	
	0,40	0,30	0,20	0,19	0,26	0,32
<b>VAR</b>	0,12		0,04		0,08	
	0,16	0,09	0,04	0,04	0,07	0,10

#### 4.2.3. Vena peduncularis (VP)

Die Vena peduncularis konnte in 86,5% (45 Hemisphären) identifiziert werden. Sie lag auf dem Mesencephalon, drainierte vor allem den vorderen und mittleren Bereich des Pedunculus cerebri und mündete in die Vena basalis (s. Abb. 32). Der Zusammenfluss mit der V. basalis war meist ventral, gelegentlich auch weiter dorsal am Tractus opticus zu finden. In seltenen Fällen (bei dieser Untersuchung in zwei Fällen) kann die VP auch in die Vena mesencephalica lateralis münden. Für den Durchmesser erhielten wir einen Mittelwert von 0,86 mm (0,42 bis 1,71 mm) mit einer Standardabweichung von 0,29 mm (s. Tab. 17).



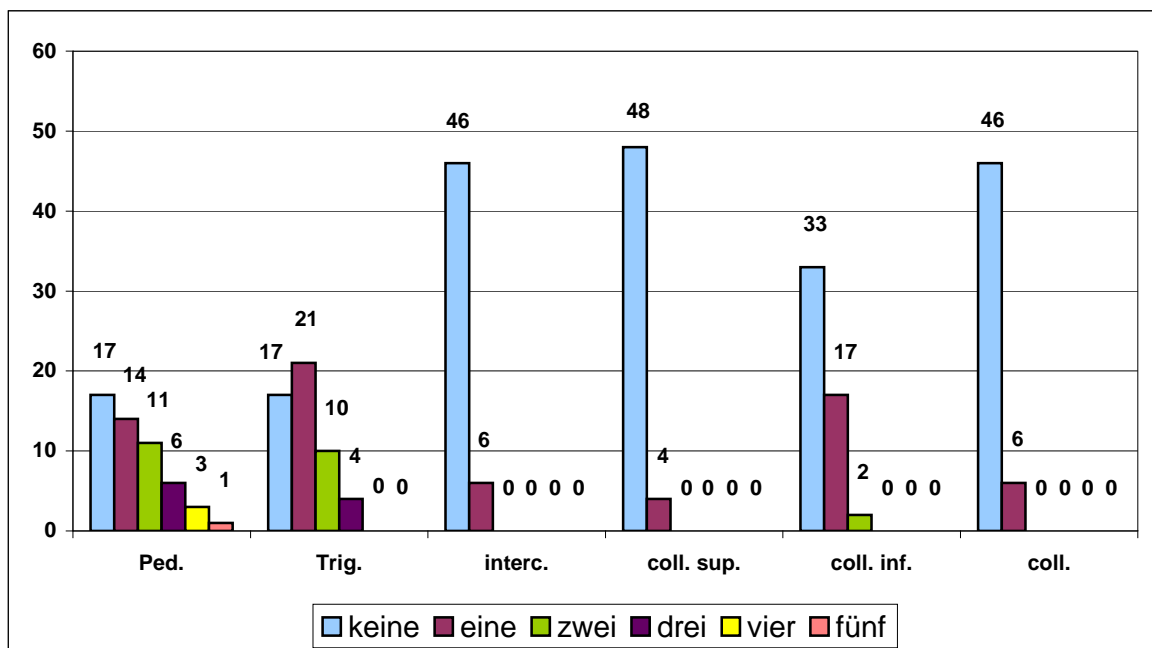
**Abb. 32:** Einmündung der V. peduncularis (VP) in die V. basalis. PCA A. cerebri posterior. Blick von basolateral auf die rechte Seite.

#### 4.2.4. Sonstige Venen

Neben diesen Venen wurden auch weitere Venen im Bereich des Mesencephalons beurteilt. Dabei wurde auf ihren Verlauf und ihr Drainagegebiet geachtet. Hauptsächlich wurde in drei Drainagegebiete unterteilt:

1. Crus cerebri
2. Trigonum lemnisci
3. Tectum, wobei hier weiter in Colliculus superior bzw. inferior, intercolliculär und beide Colliculi unterschieden wurde.

Insgesamt fanden wir 161 Venen bei 46 Hemisphären. In sechs Fällen konnte keine weitere Vene neben den schon beschriebenen identifiziert werden. Somit konnten im Schnitt 3,1 sonstige Venen pro Hemisphäre (bei 52 Präparaten) beobachtet werden. Abbildung 33 gibt die Anzahl der Hemisphären wieder, auf denen weitere Venen gefunden wurden, aufgegliedert nach Drainagegebiet und Anzahl der drainierenden Venen. Selbstverständlich variierte der Wert für den Außendurchmesser der Gefäße stark (0,20 bis 1,14 mm).



**Abb. 33:** Weitere Venen im Bereich des Mesencephalons. Die Y-Achse gibt die Anzahl von Hemisphären wieder. Auf der X-Achse wird nach den sechs Drainagegebieten und der Anzahl der dazugehörigen Venen dieser Gebiete unterteilt. Bsp.: Bei 14 Hemisphären wurde jeweils eine zusätzliche Vene gefunden, die den Pedunculus drainierte.

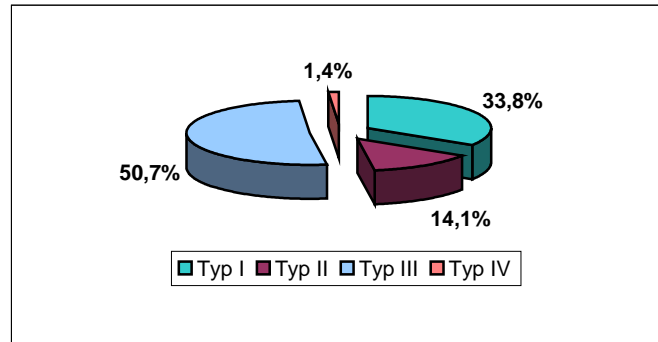
## Crus cerebri

Bei den 52 Präparaten konnten in 35 Fällen insgesamt 71 Venen, die das Crus cerebri drainierten, beobachtet werden. Auf alle Präparate bezogen waren im Schnitt 1,4 Venen pro Hemisphäre vorhanden. Zur genaueren Einteilung wurde unterschieden, in welche Vene sie mündeten. Hierbei ergaben sich vier Möglichkeiten:

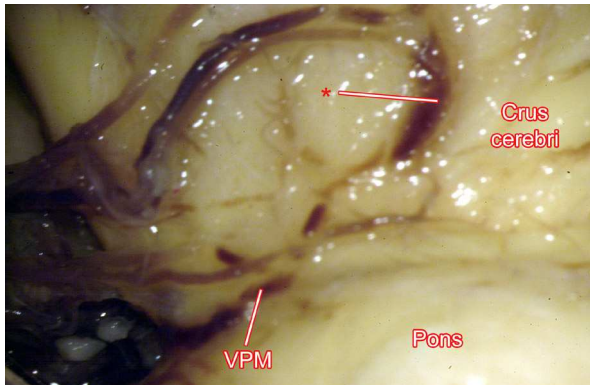
- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| 1. in die V. basalis                  | Typ I   |
| 2. in die V. pontomesencephalica      | Typ II  |
| 3. in die V. mesencephalica lateralis | Typ III |
| 4. in die V. pontis anteromediana     | Typ IV  |



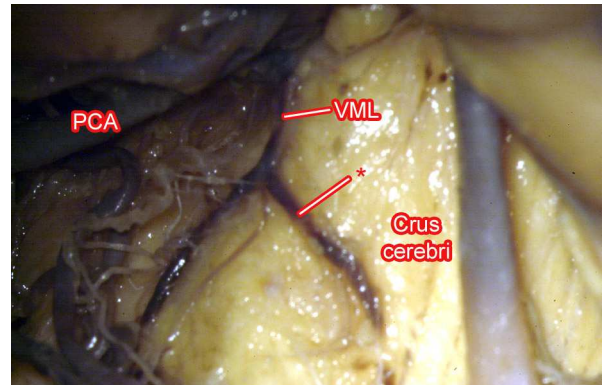
Der Typ I konnte bei 24 (33,8%), Typ II (s. Abb. 35) bei 10 (14,1%), Typ III (s. Abb. 36) bei 36 (50,7%) Venen und der Typ IV bei einer Vene (1,4%) gefunden werden (s. Abb. 34). In fast 85% drainierten diese Venen in die V. basalis oder V. mes. lateralis.



**Abb. 34:** Häufigkeit der venösen Drainagetypen des Crus cerebri.



**Abb. 35:** Beispiel für den Typ II, Drainage in die V. pontomesencephalica (VPM). \* drainierende Vene des Crus cerebri. Blick von lateral auf die linke Seite.



**Abb. 36:** Beispiel für den Typ III, Drainage in die V. mesencephalica lateralis (VML). \* drainierende Vene des Crus cerebri. Blick von lateral auf die rechte Seite.

### Trigonum lemnisci

Insgesamt gab es 53 Venen bei 35 Hemisphären, die das Trigonum drainierten (im Durchschnitt 1,0 Venen pro Präparat). Da sie alle in die V. mesencephalica lateralis mündeten, wurde keine weitere Typisierung vorgenommen.

### Tectum

Von den 52 Hemisphären konnten bei 31 Fällen (59,6%) insgesamt 37 Venen im Gebiet der Vierhügelplatte identifiziert werden – also 0,7 Venen pro Präparat. Vier (10,8%) Gefäße verliefen auf dem Colliculus superior, 21 (56,8%) auf dem Colliculus inferior, sechs (16,2%) zwischen den Colliculi und sechs (16,2%) auf beiden Colliculi. Der Abfluss erfolgte in 29,7% (11) in die V. basalis und in 70,3% (26) in die V. mesencephalica lateralis.

### 4.3. Trigonum lemnisci

Bei einer weiteren Vermessung wurde die Fläche eines gefäßlosen Areals im Trigonum lemnisci, welches als mögliche Inzisionsstelle bei einer Operation dienen kann, bestimmt (s. Tab. 18 und 19). Die schon eben besprochene Fläche war im Durchschnitt  $20,7 \pm 8,9 \text{ mm}^2$  groß. Die kleinste Fläche betrug  $6,0 \text{ mm}^2$  und die größte  $64,0 \text{ mm}^2$ .

Präparat	rechts			links		
	Breite	Höhe	Fläche	Breite	Höhe	Fläche
1	4,0	4,0	16,0	4,0	5,0	20,0
2	4,0	4,0	16,0	4,0	4,0	16,0
3	4,0	4,0	16,0	4,0	4,0	16,0
4	5,0	5,0	25,0	6,0	5,0	30,0
5	5,0	5,0	25,0	5,0	6,0	30,0
6	4,0	3,0	12,0	2,5	3,0	7,5
7	5,0	5,0	25,0	3,0	4,0	12,0
8	5,0	5,0	25,0	5,5	3,5	19,3
9	4,0	4,0	16,0	5,0	5,0	25,0
10	6,0	6,0	36,0	6,0	6,0	36,0
11	4,0	5,0	20,0	4,0	5,0	20,0
12	6,0	6,0	36,0	8,0	8,0	64,0
13	4,0	5,0	20,0	4,0	6,0	24,0
14	3,0	5,0	15,0	5,0	5,0	25,0
15	4,0	5,0	20,0	5,0	4,0	20,0
16	5,0	4,0	20,0	5,0	4,0	20,0
17	5,0	4,0	20,0	5,0	4,0	20,0
18	5,0	4,0	20,0	2,0	3,0	6,0
19	3,0	4,0	12,0	4,0	4,0	16,0
20	4,0	4,0	16,0	4,0	4,0	16,0
21	3,0	4,0	12,0	5,0	4,0	20,0
22	4,0	5,0	20,0	4,0	4,0	16,0
23	6,0	5,0	30,0	4,0	5,0	20,0
24	5,0	5,0	25,0	4,0	4,0	16,0
25	4,0	4,0	16,0	4,0	4,0	16,0
26	3,0	3,0	9,0	5,0	5,0	25,0

**Tab. 18:** Messung des gefäßlosen Areals im Trigonum lemnisci in mm bzw.  $\text{mm}^2$ .

**Tab. 19:** Statistik zur Fläche des gefäßlosen Areals im Trigonum lemnisci.

Trigonumfläche	MITTELW	STABWN	MIN	MAX	VAR
rechts	20,1	6,7	9,0	36,0	45,0
links	21,4	10,7	6,0	64,0	113,9
gesamt	20,7	8,9	6,0	64,0	79,9

## **5. DISKUSSION**

### **5.1. Methodik**

Für diese Studie verwendeten wir nur Präparate, die ca. 6 bis 24 Stunden post mortem entnommen wurden, sodass relevante Volumenveränderungen durch Lyse weitestgehend ausgeschlossen werden konnten. Nach der Entnahme erfolgte sofort eine Fixierung in einer 4%igen Formalinlösung. Zahlreiche Arbeiten haben schon verdeutlicht, dass diese Art der Fixierung keine signifikante Schrumpfung bei den Präparaten hervorruft (Beck, 1991; Cammermeyer, 1956; Fischer, 1958; Frontera, 1958; Frydl, 1989; Leibniz, 1971/72).

Da diese Untersuchung sich mit der neurochirurgischen Mikroanatomie der Incisura tentorii beim subtemporalen Zugang beschäftigte, wurden auch nur Gehirne ohne pathologische Veränderungen benutzt. Selbstverständlich können bei pathologischen Prozesse wie Tumoren die anatomisch-topographischen Verhältnisse erheblich verändert werden, so dass größere Abweichungen vorkommen können. Nichtsdestotrotz sind Kenntnisse der Mikroanatomie und der chirurgischen Landmarken von unerlässlicher Bedeutung.

Um die neuroanatomischen Verhältnisse besser beurteilen zu können, wurde bewusst nicht die Positionierung wie beim subtemporalen Zugang bei Operationen gewählt, bei der sich die kranialen Anteile unten und die kaudalen oben befinden. Wir bevorzugten eine kopfaufrechte Position.

### **5.2. Arterien**

#### **5.2.1. Arteria cerebelli superior**

##### **Ursprung**

Diese ist die konstanteste Arterie des Kleinhirns (Stephens, 1969). Nach Lang und Müller (1975) ist der Ursprung ca. 1 bis 4 mm und nach Lang und Kollmannsberger (1961) meist 1 bis 3 mm von der Teilungsstelle der A. basilaris entfernt. Andere Autoren erhielten Mittelwerte von 2,5 mm (Saeki, 1977) und 1,8 mm (Yamamoto, 1980). In unserer Studie betrug dieser Wert 0,00 (also auf Höhe der Aufteilung) bis 5,72 mm mit einem Mittelwert von 2,56 mm. Selten entspringt diese Arterie nicht wie

gewöhnlich aus der A. basilaris, sondern ebenfalls auch aus der A. cerebri posterior. Wir beobachteten dies in einem Fall (1,9%), und zwar kam dies bei einem doppelten Abgang der SCA des medialen Astes vor. Hardy (1980) konnte diese Variante in 2 von 50 Hemisphären (4%) und Lang und Müller (1975) in 4,4% zeigen. Die schon erwähnte Doppelung des Abgangs wurde schon von vielen Autoren beschrieben. Die Häufigkeit variierte dabei stark in den verschiedenen Untersuchungen von 3% bis 28% (Blackburn, 1907; Adachi, 1928; v. Mitterwallner, 1955; Schwartz, 1948; Lang und Kollmannsberger, 1961; v. Mitterwallner, 1963; Mani, 1968; Hoffman, 1974; Margolis, 1974; Lang und Müller, 1975; Lang und Brunner, 1978; Hardy, 1980; Yaşargil, 1984; Tulleken, 1987). Unser Wert orientierte sich eher im mittleren Bereich, nämlich 13,5%. Erstaunlicherweise kam die Doppelung nur auf der linken Seite vor. Bei anderen Autoren wird auch von einer beidseitigen Doppelung berichtet: Blackburn (1907) in 6,1%, Hasebe (1928) in 8,4%, Mani (1968) in 8%, Ozaki (1977) in 1,5% und Tulleken in 1%.

### Außendurchmesser

Bei Hardy lag der Durchmesser bei 1,9 mm (0,8 bis 2,8 mm), bei Lang (1987b) 1,33 mm (0,77 bis 2,26 mm). Im Vergleich hierzu ermittelten wir eine Weite von 1,69 mm (1,13 bis 2,35 mm). Ein weiterer interessanter Aspekt war der Vergleich beider Seiten. Hasebe (1928) konnte in 61,5% und Ozaki (1977) in 77,5% gleich weite Gefäße auf beiden Seiten beschreiben, **wobei beide Autoren nicht nennen bis zur welchen Differenz sie von gleich weiten Gefäßen sprechen**. Diese Differenz sollte bei dieser Arbeit unter 0,10 mm betragen. In 42,1% (8 von 19 Gehirne) konnten gleich weite Arterien beidseits ermittelt werden. Die sieben Fälle mit einer Doppelung der SCA gingen selbstverständlich nicht in die Berechnung mit ein.

**Zum Durchmesser der medialen und lateralen Rami gibt es keine Vergleichsdaten.** Nach Lang und Müller (1975) ist der mediale Ast in 44% und der laterale Ast in 31% dicker. In 25% konnten gleich weite Arterien nachgewiesen werden, wogegen bei uns in 57,7% der mediale Ramus und in 21,2% der laterale Ramus dicker war, und in 21,2% die Gefäße gleich weit waren.

### Verlauf

In der Literatur wird die A. cerebelli superior in verschiedenen Segmente aufgeteilt. Hoffman (1974) unterschied einen anterioren pontinen, ambienten und

quadrigeminalen Segment, wobei angemerkt werden muss, dass diese Einteilung anatomisch nicht sehr präzise ist. Hardy (1980) dagegen teilte das Gefäß in vier Abschnitte ein, und zwar in einen anterior-pontomesencephalen (unter dem N. III), lateral-pontomesencephalen (unter N. IV und oberhalb N. V), cerebellomesencephalen (im Bereich der Fissura cerebellomesencephalica) und in einen kortikalen Abschnitt. Er beschrieb auch die Häufigkeit eines Kontaktes der SCA mit den Hirnnerven. Dabei berührte sie in 64% den N. oculomotorius, in 92% den Nervus trochlearis und in 52% den N. trigeminus. Die kortikalen Äste zeigten eine regelmäßige Endaufteilung kurz vor oder auf der Kleinhirnoberfläche, wie auch schon von Hoffman (1974) und Lang (1991) beschrieben.

Blinkov (1992) grenzte in bezug zum Tentorium zwei Varianten, einen medialen und einen mediolateralen, ab. Bei der ersten verläuft die SCA medial und unterhalb des freien Tentoriumrandes, bei der zweiten überkreuzt sie oder der laterale Ast diesen im mittleren Bereich der Incisura und der mediale Ramus im hinteren Bereich der Incisura. Diese Unterscheidung spielt klinisch eine bedeutende Rolle, da im Falle einer Herniation bei der medialen Variante nur Kleinhirngefäße und der mediolateralen auch Hirnstammgefäße komprimiert werden.

Die Länge bis zur Aufteilung in einen medialen und lateralen Ramus, wie schon weiter oben beschrieben, betrug bei Hardy 18,2 mm (0,5 bis 27,5 mm) und bei uns 20,77 mm (2,41 bis 45,23 mm). Es wird ersichtlich, dass sich die Spannweite bei unseren Untersuchungen auffällig von Hardys Ergebnissen unterscheidet.

Anastomosen mit der A. quadrigeminalis, die bei dieser Studie nachgewiesen werden konnte, beschrieben auch Gillilan (1968), Zeal (1978) und Lang (1985a).

### **Klinische Bedeutung**

An dieser Stelle sollen kurz die wichtigsten pathologischen Prozesse besprochen werden.

Hierzu zählen natürlich Aneurysmen dieses Gefäßes. Die Lokalisation kann dabei proximal (Orz, 1996; Tanaka, 2000) oder distal (Kurosu, 2000; Ohta, 2001) sein. Selbstverständlich kann man auch unterscheiden, ob es von einem medialen (Matricali, 1986; Bozboga, 1996) oder lateralen Ast ausgeht.

Eine weiterer wichtiger Aspekt ist der Infarkt im Versorgungsgebiet von diesem Gefäß. Kleinhirnininfarkte betreffen vor allem Gebiete, die von der A. cerebelli posterior inferior (PICA) und der A. cerebelli superior versorgt werden (Gurer, 2001). 60%

entfallen auf die PICA und 40% auf die SCA (Marinkovic, 1995). Auch bei Infarkten kann man differenzieren, ob der mediale oder der laterale Ast betroffen ist. Es scheint, dass der laterale Ramus häufiger betroffen ist als der mediale (Amarenco, 1990; Amarenco, 1991; Terao, 1996). Stangel (1999) berichtete ebenfalls über beidseitige Infarkte. Selten wird ein Hirnstamminfarkt durch einen Verschluss der SCA verursacht (Bogousslavsky, 1994).

Es besteht eine enge topographische Beziehung zwischen der A. cerebelli superior und den Hirnnerven III, IV und V. Zhang (2002) wies beim N. oculomotorius auf die enge Nachbarschaft und eine mögliche Kompression durch die SCA hin. Beim N. trochlearis wurde dieser Sachverhalt bei Marinkovic (1996) eingehend geschildert. Er zeigte auf, dass der distale häufiger als der proximale Anteil der SCA davon betroffen ist. In einer weiteren Studie (Villain, 1993) konnte dieser Kontakt in geringerer Anzahl, nämlich in 90% (Marinkovic: 100%), nachgewiesen werden. Für den Neurochirurgen ist die Kompression des N. trigeminus durch die SCA im Rahmen einer Trigeminusneuralgie bedeutend. Hardy (1978) konnte in seiner anatomischen Studie einen Kontakt in 52% und eine der Trigeminusneuralgie entsprechende Kompression in 12% nachweisen. Den Hinweis, dass die SCA häufiger als die A. cerebelli anterior inferior Ursache der Trigeminusneuralgie ist, lieferte Jannetta (1981). In einer groß angelegten Studie (Sindou, 1994) mit 350 operierten Patienten zeigten 281 (80,3%) diese Kompression durch die SCA. Kritisch muss jedoch die vaskuläre Kompression des N. V als alleinige Ursache angesehen werden (Klun, 1986).

### **5.2.2. Arteria cerebri posterior**

Wie schon im Ergebnisteil erwähnt kann man die PCA in mehrere Segmente einteilen. Nach Margolis (1974b) unterscheidet man einen pedunkulären, einen ambienten und einen quadrigeminalen Abschnitt, ähnlich der SCA. Eine weitere Möglichkeit ist die Einteilung nach den Abgängen. Wir orientierten uns an den Vorschlag von Yaşargil (1984), indem die PCA in vier Segmente – P1 bis P4 – gegliedert wurde. Das P1-Segment beginnt an der Aufteilung der A. basilaris und endet an der A. communicans posterior. Der nächste Abschnitt reicht dann bis zur A. temporalis posterior, wo die P3 beginnt. Mit der Aufteilung der A. cerebri posterior in die A. calcarina und A. parietooccipitalis, die dem P4-Segment entsprechen, endet

die P3. Zu den Ästen aus der PCA gehören die Rami diencephalici inferiores posteriores, die an der Versorgung des N. oculomotorius, N. trochlearis, Diencephalons und der Kerngebiete des Mittelhirns beteiligt sind (Lang, 1979). Weitere Äste sind die A. circumferentialis brevis und die A. quadrigeminalis (A. laminae tecti), die weiter unten diskutiert werden. Diesen folgen Choroidalgefäße, die Aa. chorioideae posteriores medialis und lateralis. Eine bedeutende Arteriengruppe aus der PCA sind die Aa. temporales inferiores. Zu diesen zählen die Arteriae hippocampalis, temporalis anterior, temporalis media, temporalis posterior und temporalis communis, die als kortikale Gefäße dienen. Zuletzt sind noch Äste zu nennen, die das Splenium (z.B. A. pericallosa posterior) versorgen.

Die Länge der A. cerebri posterior bis zur Aufteilung betrug nach Zeal (1978) ungefähr 77 mm. Im Vergleich hierzu verzeichneten wir einen Wert von 61,64 mm (26,60 bis 101,84 mm). Die einzelnen Segmente werden im folgenden behandelt.

### **P1-Segment**

In der Literatur findet man für dieses Segment auch andere Bezeichnungen wie „A. mesencephalica“ (Kaplan, 1966), „A. präcommunicalis“ (Krayenbühl, 1968) und „peduncular segment“ (Margolis, 1974b). Aus diesem Segment gehen vor allem die Rami diencephalici inferiores posteriores, die A. circumferentialis brevis und die A. quadrigeminalis hervor.

Für den Außendurchmesser erhielten Zeal (1978) 2,6 mm (0,8 bis 3,8 mm), Lang und Brunner (1978) 2,11 (0,7 bis 3,0 mm) und Caruso (1991) 2,3 mm (1 bis 4 mm). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch wir: Mittelwert von 2,48 mm (1,44 bis 3,12 mm). Bei der Längenbestimmung ermittelte Zeal einen Wert von 7,1 mm (3 bis 14 mm), Lang (1985b) 6,33 mm (3 bis 9 mm) und Caruso 6,7 mm (2,5 bis 14 mm). Die vorliegende Studie lieferte leicht größere Werte mit einem Mittelwert von 8,70 mm (3,34 bis 22,73 mm).

Bei der P1 gibt es noch eine Besonderheit, die zu beachten ist. In einigen Fällen kann es vorkommen, dass die PCA nicht wie gewohnt von der A. basilaris, sondern von der A. carotis interna über die A. communicans posterior gespeist wird. Man spricht hier von einer persistierenden fetalen Form. Dieser Punkt führte zu einer Diskussion über den Ursprung der PCA. Padget (1948) und Williams (1936) plädierten dafür, dass die A. cerebri posterior eine Fortführung der A. communicans posterior sei, was auch von Kaplan (1958, 1966) unterstützt wurde. Ab dem 30.

Entwicklungstag wird die PCA langsam an das vertebrobasiläre System angeschlossen, sodass diese Arterie vorwiegend von der A. basilaris versorgt wird (Lang, 1985b). Daher kann die PCA zum vertebrobasilären System zugeordnet werden und die Fetalkonfiguration als eine Variante angesehen werden. Für die Häufigkeit dieser Variante findet man in der Literatur verschiedene Daten, die von 10% bis 40% reichen (Windle, 1888; De Vrièse, 1905; Fawcett, 1905/06; Blackburn, 1907; Stopford, 1916; Sunderland, 1948; Alpers, 1959; Riggs, 1963; v. Mitterwallner, 1963; Kaplan, 1966; Watanabe, 1974; Saeki, 1977; Zeal, 1978; Yaşargil, 1984; Lang, 1985b). Unser Wert von 11,5% orientierte sich mehr an den niedrigen Zahlen.

Bei der fetalen Form ist dieses Segment dünner und länger als beim normalen Typ. Die Dicke betrug nach Zeal (1978) beim fetalen Typ 1,8 mm (0,8 bis 2,8 mm) und beim normalen 3,0 mm (1,8 bis 3,8 mm). In der gleichen Studie wurden auch die Längen bestimmt und sie erhielten für die Fetalkonfiguration einen Wert von 8,6 mm und bei der Normalgruppe 6,6 mm. In unserer Untersuchung kamen wir zu folgenden Ergebnissen bei der Durchmesserbestimmung: fetal 1,69 mm (1,44 bis 1,96 mm), normal 2,58 mm (2,00 bis 3,12 mm). Die P1-Länge belief sich beim fetalen Typ auf 14,60 mm (10,61 bis 18,97) – deutlich länger als bei Zeal – und beim Normaltyp auf 7,93 mm (3,34 bis 22,73).

Als einen weiteren Aspekt sind noch Anomalien des P1-Segments zu erwähnen, die in der Literatur beschrieben worden sind. Caruso (1991) untersuchte 100 Gehirne und fand dabei jeweils eine Fenestration, eine Duplikation und einen gemeinsamen Stamm mit der SCA. Yaşargil (1984) konnte eine Fenestration in 0,25%, eine einseitige Aplasie in 1% und eine beidseitige in 0,5% feststellen. Die Fenestration konnte Gordon-Shaw (1910) in 2 Fällen, die Duplikation konnten Windle (1888) und Bisaria (1984) in je einem Fall beobachten. Insgesamt sind diese Anomalien sehr selten, wie es die voranstehenden Zahlen zeigen.

## **P2-Segment**

Der Abschnitt der PCA nach der A. communicans posterior kann auch als der Pars postcommunicalis bezeichnet werden, wobei dieser Teil noch in einzelne P-Segmente unterteilt wird. Die P2 reicht hierbei bis zum Abgang der A. temporalis posterior. In diesem Abschnitt entspringen vor allem die Aa. chorioideae posteriores medialis und lateralis und die Aa. temporales inferiores. Zeal (1978) gliederte die P2



nochmals in einen anterioren (P2A) und einen posterioren (P2P) Teil. Dabei bildete der Sulcus lateralis mesencephali die Grenze zwischen P2A und P2P.

Der mittlere Außendurchmesser betrug bei Zeal 2,9 mm (1,7 bis 3,5 mm) und bei Lang und Brunner (1978) 2,28 mm (1,3 bis 3,0 mm). Für die Länge ermittelte Zeal annähernd 50 mm. Zum Vergleich lieferte unser Untersuchungsmaterial Werte von 2,38 mm (1,45 bis 3,02 mm) für den Durchmesser und 28,37 mm (3,34 bis 42,28). Der Unterschied lässt sich dadurch erklären, dass Zeal einen anderen Punkt für die P2, nämlich den Eintritt in die Cisterna quadrigeminalis, festlegte, wohingegen wir, wie schon weiter oben erläutert, den Abgang der A. temporalis posterior wählten. Diese Einteilung erschien uns logischer und besser nachzuvollziehen, da dies ein fixer Punkt ist. Da keine eindeutige Struktur als Begrenzung bei Zeal genannt wird, kann dies zu Missverständnissen und einer fehlerhaften Reproduzierbarkeit führen. Ein weiterer Vorteil der Definition der Segmente durch Gefäßabgänge ist, dass diese bei der angiographischen Darstellung besser voneinander abgegrenzt werden können. Außerdem werden bei der A. cerebri posterior alle weiteren Begrenzungen durch arterielle Strukturen gebildet. Nach der Analyse von Langs (1979) Daten betrug die Länge vom P2-Segment im Mittel 28,38 mm (15 bis 46 mm), wobei er nicht von einem P2-Segment sprach, da er eine andere Einteilung wählte, die im Abschnitt „Endaufteilung“ dargelegt wird.

### **P3-Segment**

Dieser Gefäßabschnitt reicht vom Abgang der A. temporalis posterior bis zur Aufteilung der PCA in die Aa. calcarina und parietooccipitalis. In diesem Bereich können gelegentlich die Choroidal- und Splenialgefäße entspringen. In der Literatur gibt es wenige Daten, die sich auf das P3-Segment beziehen. Zeal beschrieb lediglich eine ungefähre Länge von 20 mm. Weiterhin betrug der kleinste Abstand zwischen den beiden P3-Segmenten bei ihm im Schnitt 8,9 mm (3,5 bis 17 mm), wohingegen Margolis (1974) einen Wert von 16 mm (2 bis 35 mm) und Lang (1979) einen Wert von 27,5 mm (0 bis 71 mm) ermittelten. Wie auch schon beim P2-Segment angesprochen, benutzte Lang nicht die Bezeichnung P3. In unserer Arbeit lag der Mittelwert für den Durchmesser bei 1,86 mm (1,32 bis 2,41 mm) und für die Länge bei 26,63 mm (6,24 bis 66,70 mm).

## Endaufteilung

Am Ende des P3-Segmentes teilt sich gewöhnlich die PCA in die Aa. calcarina und parietooccipitalis. Die Länge des Abstands bis zur Bifurkation der A. basilaris entspricht daher der Länge der PCA, bis zur A. communicans posterior betrug sie 52,94 mm (17,34 bis 94,72 mm). In der Literatur findet man ebenfalls eine andere Nomenklatur, bei der die PCA sich in die Aa. okzipitales medialis und lateralis aufteilt. Aus der A. occipitalis medialis gehen dann die Aa. calcarina und parietooccipitalis hervor (Lang, 1979). Die A. okzipitalis lateralis entspricht demnach der A. temporalis posterior, aus der Äste zum gesamten Temporallappen abgegeben werden. Unsere Untersuchungen bestätigten eher die Aussagen von Stephens & Stilwell (1969) und Zeal (1978), dass die Aa. calcarina und parietooccipitalis die Endäste der PCA darstellen. Diese Aufteilung kann entweder vor oder im Sulcus calcarinus stattfinden. In 44,2% war sie vor und in 55,8% im Sulcus lokalisiert. Vergleichsdaten hierzu konnten nicht gefunden werden.

Beide Gefäße konnten bei uns in 100% nachgewiesen werden. Die A. calcarina wurde bei anderen Autoren ebenfalls in allen Präparaten, die A. parietooccipitalis jedoch nur in 80% bei Yamamoto (1980) und in 96% bei Zeal identifiziert. Hierbei ist die A. parietooccipitalis mit einem mittleren Außendurchmesser von 1,52 mm (Zeal: 1,6 mm; Lang: 1,16 mm) dicker als die A. calcarina mit 1,26 mm (Zeal: 1,4 mm; Lang: 0,93 mm). Der Ursprung befand sich jeweils in 92,3% im P3- und in 7,7% im P2-Segment. Nach Lang gingen die A. parietooccipitalis und die A. calcarina jeweils zu 89% aus der A. occipitalis medialis (=P3), zu 11% und 7% aus der A. cerebri posterior (=P2-Abschnitt) und die A. calcarina zu 4% aus der A. occipitalis lateralis (=A. temporalis posterior) hervor. Zeal kam zu folgenden Ergebnissen: A. parietooccipitalis zu 52,1 % aus dem P2-Segment und zu 47,9% aus dem P3-Segment; A. calcarina zu 10% aus der A. parietooccipitalis, zu 42% aus dem P2- und zu 48% aus dem P3-Segment. Eine weitere Untersuchung (Yamamoto, 1980) lieferte für die A. parietooccipitalis einen Ursprung aus dem P2-Segment in 21,5% und aus der P3 in 78,5%, für die A. calcarina waren die Werte 25,8% und 74,2%. Die Unterschiede zu Zeal und Yamamoto werden wieder durch die verschiedene Einteilung der PCA mitverursacht. Beim Ursprung dieser Arterien konnten wir also insgesamt eine höhere Konstanz als in der Literatur feststellen.

## **Klinische Bedeutung**

Die A. cerebri posterior ist wichtig für die visuelle Funktion, da sie an der Versorgung vieler anatomischer Strukturen wie des Tractus opticus, der Corpora geniculata, Colliculi und des visuellen Kortex beteiligt ist. Eine entscheidende Bedeutung hier hat die A. calcarina. Somit wird deutlich, dass pathologische Prozesse wie Ischämie und Aneurysmen zu Sehverlust und Motilitätsstörung führen können.

Die Ischämie der PCA betrifft nicht nur die visuelle Funktion, sondern kann auch zu Hirnstammschädigung führen (Duncan, 1995). Homonyme Gesichtsfeldausfälle mit zentralem Sehverlust werden vorwiegend durch einen Infarkt im visuellen Kortex (A. calcarina) verursacht (Hoyt, 1970; Toole, 1977). Interessant ist auch, dass ein Infarkt im Okzipitallappen nicht nur durch Verschlüsse im vertebrobasilären Gebiet sondern auch im Gebiet der A. carotis interna hervorgerufen werden kann. Dies wird dadurch erklärt, dass die PCA auch über die A. communicans posterior gespeist wird, welches eindrucksvoll beim fetalen Typ demonstriert wird (Jongen, 2002).

Aneurysmen der PCA sind eine Rarität (Newton, 1974). Nichtsdestotrotz spielen sie eine wichtige Rolle bei den pathologischen vaskulären Prozessen. In der Analyse von 118 PCA-Aneurysmen durch Zeal (1978) konnten in 47 Fällen klinische Symptome festgestellt werden. Herausragend war dabei eine Subarachnoidalblutung (SAB) in ca. dreiviertel der Fälle, von denen etwa die Hälfte fokale neurologische Defizite verursachten. Weitere klinische Zeichen waren das Weber-Syndrom, das Parinaud-Syndrom, Hemiplegien, Hemianopsien und Paresen (Dandy, 1944) der Hirnnerven IV, VI und VII. Laine (1968) war der Ansicht, dass eine Trigeminusneuralgie nur dann auftritt, wenn die SCA mitbetroffen war, wogegen andere Autoren über ein PCA-Aneurysma als alleinige Ursache für die Neuralgie berichteten (Jefferson, 1937; Höök, 1963; Schaeffer, 1964). Proximale Aneurysmen können in den Temporallappen, Seitenventrikel oder Thalamus (Jefferson, 1937; Robertson, 1949) und distale in den Okzipitallappen rupturieren und eine Hemianopsie verursachen (Jefferson, 1937; Schaeffer, 1964; Hanafée, 1966; Drake, 1969; Chou, 1974). Verschiedene Autoren betonten, dass die Aneurysmen dieser Arterie häufig sehr groß sind (Dandy, 1944; Jamieson, 1964; Hunt, 1967; Obrador, 1967; Drake, 1969). Proximal kommen vor allem kongenitale (Sahs, 1968; Newton, 1974) und atherosklerotische Aneurysmen und distal mykotische vor.

In der Literatur wird der Einfluss der transtentoriellen Herniation auf Gefäße diskutiert (Riessner, 1939; Khominskii, 1954; Blinkov, 1971; Saeki, 1977; Hardy, 1978;

Marinkovic, 1987). Hierbei kann die PCA und deren Äste gegen den freien Tentoriumrand abgeklemmt werden und zu ischämischen Läsionen führen. Um gravierende Schäden zu vermeiden, sollte eine frühe und akkurate Diagnose einer tentoriellen Herniation durch bildgebende Verfahren erfolgen (Sato, 1986; Savoiardo, 1987). Für die chirurgische Behandlung und der entsprechenden Zugänge sind somit exakte Kenntnisse der topographischen Verhältnisse der Arterien und des freien Tentoriumrandes unerlässlich (Blinkov, 1992).

### **5.2.3. Arteria circumferentialis brevis**

Nach Margolis (1974) stellen die Aa. circumferentialis brevis (ACB) und quadrigeminalis Reste der primitiven A. mesencephalica dar. Die ACB versorgt vor allem das Crus cerebri, Corpora geniculata und das Tegmentum mesencephali. In unseren Präparationen konnte sie in 86,5%, bei Zeal (1978) in 66% und bei Yamamoto (1980) in 65% gefunden werden. Es besteht somit eine erhebliche Diskrepanz in der Häufigkeit. Bei der Kaliberbestimmung erhielt Zeal einen Mittelwert von 0,6 mm (0,2 bis 1,2 mm). Demgegenüber betrug der Wert in unseren Untersuchungen 0,44 mm (0,27 bis 0,70 mm). Der Ursprung der ACB befand sich bei Zeal und Yamamoto in 86% bzw. 87,2% im P1-Segment und in 14% bzw. 12,8% im P2-Segment. Wir konnten neben dem P1- (75,6%) und P2- Segment (2,2%) auch die Aa. thalami perforantes (11,1%), die A. basilaris (6,7%), die Arteria cerebelli superior (in einem Fall) und einmal eine gegenüberliegende A. thalami perforans als Ursprungsgefäß ausfindig machen. Die anderen Autoren nahmen keinen Bezug zum Abstand zwischen dem Ursprung der ACB und der Bifurkation der A. basilaris, der bei uns im Schnitt 3,49 mm groß war.

Lang (1985) beschrieb eine A. pontomesencephalica mit einem mittleren Durchmesser von 0,5 mm (0,4 bis 0,75 mm), die er in 60% fand. In der Nomina anatomica wird dieses Gefäß nicht erwähnt. Aufgrund der Verlaufsbeschreibung bei Lang und der dazugehörigen Daten könnte es sich bei dieser Arterie um die ACB handeln.

#### 5.2.4. Arteria quadrigeminalis

Bei dieser Arterie spielt auch die Namensgebung eine wichtige Rolle, da sich der Name im Laufe der Zeit häufig geändert hat. Alezais & D'Astros (1882) waren die ersten, die sich eingehend mit dieser Arterie beschäftigt haben. Sie bezeichneten diese als *A. pedunculo-quadrigeminalis*. Foix & Hillemand (1925) benutzten den Terminus *A. quadrigemina*, Stephens & Stilwell (1969) *A. quadrigeminalis* („quadrigeminal artery“) und Khan (1969) und Duvernoy (1978) *A. collicularis*. Lang & Kämpflinger (1980) verwendeten den Ausdruck *A. laminae tecti*, da die Vierhügelplatte nicht mehr als *Lamina quadrigemina*, sondern als *Lamina tecti* bezeichnet wurde. In der *Nomina anatomica* aus dem Jahre 1998 findet man sowohl den Begriff der *A. quadrigeminalis* als auch *A. collicularis*, jedoch nicht der *A. laminae tecti*. Wir hielten uns an diese Namensgebung.

Zeal (1978) und Yamamoto (1980) konnten die *A. quadrigeminalis* jeweils in 96% bzw. 96,7%, Lang & Kämpflinger (1980) und unsere Arbeitsgruppe in 100% nachweisen. Die Anzahl pro Hemisphäre variiert bei den Autoren: 1,2 (Lang); 1,3 (Zeal) und 2,1 (Yamamoto). Mit einem Wert von 1,1 Arterien pro Präparat lagen unsere Untersuchungen im Bereich von Lang und Zeal. Beim Ursprung kann man zwei Aspekte beurteilen, einerseits die Lokalisation des Ursprungs, andererseits den Abstand des Ursprungs bis zur Aufteilung der *A. basilaris* und bis zur *A. communicans posterior*. Zum ersten Punkt lieferten Zeal und Yamamoto folgende Daten: der Ursprung ging in 80% bzw. 65,5% aus dem P1-Segment und in 20% bzw. 34,5% aus dem P2-Segment hervor. Bei uns war das P1-Segment mit 92,9%, verglichen mit den anderen Autoren, deutlich häufiger als das P2-Segment mit 5,4% als Ursprungsgefäß zu identifizieren. In einem Sonderfall entsprang die *A. quadrigeminalis* aus der *A. basilaris*. Lang & Kämpflinger ermittelten beim Abstand des Ursprungs nur den bis zur *A. communicans posterior*, der im Schnitt 1,2 mm proximal (von 12 mm proximal bis 10 mm distal) von dieser lag. Als Vergleich hierzu lieferten unsere Untersuchungen einen Wert von 3,38 mm proximal, mit Extremwerten zwischen 12,50 mm proximal bis 1,05 mm distal. Bei Lang & Kämpflinger und uns entsprang die *A. quadrigeminalis* in 57,6% bzw. 75% aus der *Pars präcommunicalis*, in 15,6% bzw. 5,4% aus der *Pars postcommunicalis* und in 26,8% bzw. 17,9% auf Höhe der Einmündung der *A. communicans posterior*. Es sollte noch erwähnt werden, dass in der Literatur verschiedene Angaben zum exakten Ursprung der Arterie gemacht wurden (Foix & Hillemand, 1926; Van der Ecken, 1959; Krayenbühl

& Yaşargil, 1968; Schlesinger, 1976). Zum Kaliber kann man in der Literatur folgende Werte finden: 0,7 mm (0,2 bis 1,2 mm) bei Zeal und 0,37 mm (0,2 bis 0,5 mm) bei Lang & Kämpf. In der vorliegenden Studie betrug dieser Wert im Mittel 0,78 mm (0,48 bis 1,19 mm).

Auf die Hauptaufteilung in zwei Äste, die in 86,5% beobachtet wurde, verwiesen schon Lang & Kämpf und Duvernoy (1978). Dabei betrug in ihren Untersuchungen die Entfernung zwischen dem Ursprung und der Teilung  $16,2 \pm 12,2$  mm (1 bis 43 mm) und bei uns  $11,54 \pm 7,44$  mm (1,65 bis 32,36 mm). Es erschien uns sinnvoll, aufgrund der verschiedenen Verlaufsmöglichkeiten eine Einteilung des Gefäßes vorzunehmen, in der wir sechs Varianten unterschieden. Hierbei konnten keine (11,5%), eine frühe (9,6%), eine späte (15,4%) und eine Aufteilung auf der Pedunculusmitte (51,3%) festgestellt werden. Weiterhin gab es in 7,7% eine Doppelung und in 3,8% einen gemeinsamen Ursprung mit einer A. chorioidea posterior medialis.

Der Literatur kann man entnehmen, dass die A. quadrigeminalis in einigen Fällen Anastomosen mit benachbarten Gefäßen, vor allem mit der A. cerebelli superior und der A. chorioidea posterior medialis, zu bilden vermag (Critchley & Schuster, 1933; Gillilan, 1968; Lang, 1980). Diese Beobachtung wurden ebenfalls durch unsere Untersuchungen bestätigt.

Der enge Kontakt mit Hirnnerven, vorwiegend N. III (Lang, 1975; Lang & Fischer, 1986; Milisavljević, 1986; Marinkovic, 1994) und N. IV (Marinkovic, 1996), ist ein weiterer wichtiger Aspekt im Verlauf dieser Arterie. Neben dem Kontakt kann es auch zur Penetration der Nerven durch die A. quadrigeminalis kommen. Folgende Werte beziehen sich auf den Nervus oculomotorius: 4% (Lang, 1975); 13,7% (Lang & Fischer, 1986); 27,6% (Milisavljević, 1986); 9,6% (vorliegende Studie). Dadurch kann es beim Nervus oculomotorius zu Schäden der parasymphischen Fasern (Peele, 1977; Gilroy, 1979), wenn die äußeren Fasern irritiert werden, oder zu Störungen der Okkulomotorik bei Schäden der inneren Fasern kommen. Bei Okklusion der Arterie werden einmal durch die Ischämie des Nerven eine Ophtalmoplegie und Ptosis und zum anderen aufgrund ihres Versorgungsgebietes weitreichende neurologische Defizite wie Hemiparese, supranukleäre Fazialis- und Glossopharyngeusparese, Ataxie und extrapyramidale motorische Störungen hervorgerufen (Margolis, 1974; Gillilan, 1975; Englander, 1975; Carpenter, 1976; Duvernoy, 1978; Zeal, 1978; Ross, 1980). Der Neurochirurg sollte deswegen eine Traktion dieser Arterie möglichst

vermeiden, um eventuelle Schäden, die oben angeführt worden sind, vorzubeugen (Lang, 1991).

Trotz ihrer relativ kleinen Weite besitzt die A. quadrigeminalis eine durchaus wichtige Rolle bei Operationen im Mittelhirnbereich. Dies wird vorwiegend durch die Versorgung von relevanten Strukturen (Colliculi, Crus cerebri, Substantia nigra, Nervus oculomotorius u.a.) bedingt.

### **5.2.5. Arteria chorioidea posterior medialis**

Sie konnte in 100% mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von 1,2 Arterien pro Hemisphäre nachgewiesen werden. Bei weiteren Autoren wurde diese Arterie auch immer gefunden, jedoch mit einer Häufigkeit von 1,6 bzw. 1,7 Arterien pro Seite (Zeal, 1978; Fujii, 1980). Abweichend hiervon zeigte Vinas (1995) die ACPOM in 98% auf. Zeal, Lang (1985a) bzw. Fujii konnten in 54%, 69% bzw. 50% eine, in 32%, 24% bzw. 30% zwei und in 14%, 6% bzw. 20% drei Arterien identifizieren. Lang beschrieb ebenfalls in 1% eine vierte Arterie. Bei unseren Untersuchungen konnten nur in 84,6% eine und in 15,4% zwei Gefäße beobachtet werden.

Nach Zeal stammt die A. chorioidea posterior medialis in 12% aus dem P1-, in 71% aus dem P2-, in 4% aus dem P3-Segment, in 10% aus der A. parietooccipitalis und in 3% aus der A. calcarina, Fujii bzw. Vinas ermittelten folgende Werte: 14% bzw. 11,8% für P1, 61% bzw. 74,5% für P2, 11% bzw. 0% für P3. Fujii machte keine weitere Unterteilung, so dass 13% aus Ästen der PCA entsprangen, bei Vinas hingegen stammte die ACPOM jeweils in 5,9% aus der A. calcarina und der A. parietooccipitalis und in 1,9% aus einem Temporalgefäß. Lang (1979) nahm eine andere Unterteilung vor. Er berichtete von einem Abgang in 9,4% in der Pars präcommunicalis, in 1,2% auf Höhe der A. communicans posterior, in 82,3% aus der Pars postcommunicalis und in 7,1% aus der Bifurkation der PCA. Unsere Werte lagen bei 18,3% für das P1-, 71,7% für das P2-, 6,7% für das P3-Segment und jeweils 1,7% für die A. calcarina und die A. parietooccipitalis. Für den Abstand zwischen dem Ursprung der A. chorioidea posterior medialis und der Bifurkation der A. basilaris lagen uns keine Vergleichsdaten vor. Lang (1985a) gibt den Abstand des Ursprungs bis zur A. communicans posterior mit 10,3 mm distal (Extremwerte: 7 mm proximal bis 47 mm distal) wieder. Unsere Studie lieferte einen mittleren Wert von

7,62 mm distal mit Extremwerten von 12,50 mm proximal bis 63,34 mm distal der Einmündung der A. communicans posterior.

Bei der Kaliberbestimmung sind folgende Werte in der Literatur zu finden: 0,9 mm (Zeal, 1978), 0,56 mm (Lang, 1979) und 0,8 mm (Vinas, 1995). Mit einem mittleren Wert von 0,85 mm für den Außendurchmesser lagen wir zwischen Zeal und Vinas.

Duret (1874) gehörte zu den Erstbeschreibern dieses Gefäßes. Zunächst wurde nur der Chorioidealplexus als Versorgungsgebiet beschrieben (Mallory, 1940; Saeki, 1977). Andere wiederum gingen nur von einem Ast der A. chorioidea posterior medialis aus (Stephens & Stilwell, 1969). Allerdings konnten weitere Untersuchungen aufzeigen, dass es sowohl mehrere Äste gibt (Van der Eecken, 1959; Galloway, 1960; Margolis, 1972; Margolis, 1974; Zeal, 1978; Fujii, 1980), als auch das Versorgungsgebiet weitreichender ist (Stephens & Stilwell, 1969; Pletz, 1969; Matsushima, 1973; Hodge, 1975; Pendl, 1985; Takeuchi, 1992). Es konnte nämlich gezeigt werden, dass die ACPOM auch an der Versorgung der Pinealis, Seitenventrikel und der dazugehörigen Chorioidealplexus, des Tegmentum, Tectum und weiterer Strukturen dieser Region beteiligt ist.

Bei den Pathologien sind AVM's, Aneurysmen und Tumoren, die von diesem Gefäß versorgt werden, anzuführen (Arnstein, 1951; Bonnal, 1960; Doe, 1972; Matsushima, 1973; Little, 1977; Pia, 1977; Ezura, 1992; Matsuyama, 1992; Anegawa, 1993). Durch tumoröse Veränderungen wie Pinealome, Gliome und Meningeome kann es zur Verlagerung der ACPOM kommen (Galloway, 1960; Cheek, 1966; Wackenheim, 1970; Greitz, 1972; Takahashi, 1973; Newton, 1974; Sones, 1975). Bei der Diagnostik im Zeitalter vor den Schnittbildern konnte diese Verlagerung der Arterie in der Angiographie als frühes Zeichen auf Tumore des dritten Ventrikels, Hirnstammes und Thalamus hinweisen (Galloway, 1960; Rothman, 1976).

Als eine wichtige vaskuläre Struktur der Mittelhirnregion ist die exakte Kenntnis der Anatomie und der Pathologien besonders wichtig, um Komplikationen bei Operationen zu vermeiden.

#### **5.2.6. Arteriae temporales inferiores**

Zu diesen gehören die Aa. temporalis anterior, media und posterior. Es gibt auch die Variante, dass ein Gefäß vorgeschaltet ist, aus dem die Temporalarterien abgehen, die als A. temporalis communis bezeichnet wird. Durch die verschiedenen



Ursprungsvariationen konnten wir eine Klassifikation in fünf Typen, die schon im Ergebnisteil beschrieben wurde, vornehmen. Dabei wurden zunächst die Anzahl der Temporalarterien und das Vorkommen einer A. temporalis communis berücksichtigt. Bei der Einteilung nach Zeal (1978), die auch fünf Gruppen unterscheidet, spielt die A. hippocampalis ebenfalls eine Rolle. Bei der ersten Gruppe sind alle Temporalarterien und die A. hippocampalis vorhanden, bei der dritten fehlt die Hippocampalarterie und bei der zweiten Gruppe findet man eine A. temporalis communis. Wenn nur die Aa. temporalis anterior und posterior vorhanden sind, spricht er von der vierten Gruppe. Bei der fünften Gruppe kommt zu diesen beiden Gefäßen noch die A. hippocampalis hinzu.

### **Arteria temporalis communis (ATC)**

Die ATC ist ein besonderer Ast der PCA, da sie keine eigenständige Arterie, sondern ein gemeinsamer Ursprung für die üblichen temporalen Gefäße ist. In unserer Untersuchung konnten wir sie in 26,9% mit einem mittleren Durchmesser von 2,04 mm nachweisen, wohingegen Yamamoto (1980), Lang (1979) bzw. Zeal (1978) sie in 20%, 21% bzw. 16% fanden. Zeal ermittelte einen Wert von 1,9 mm für den mittleren Durchmesser. Der Ursprung der A. temporalis communis befand sich bei Zeal und in unserer Studie immer in der P2, bei Yamamoto in 71,5% im P2- und 28,5% im P3-Segment. Für den Abstand bis zur Aufteilung der A. basilaris lieferte Zeal 29,0 mm (vorliegende Untersuchung: 31,36 mm; bis zur A. communicans posterior 22,03 mm).

### **Arteria temporalis anterior (ATA)**

Diese Arterie entspringt als ein kortikaler Ast nach der A. hippocampalis aus der PCA. In unserer Studie konnten wir sie in 98,1% mit einem mittleren Außendurchmesser 1,19 mm identifizieren. Wir lagen somit deutlich höher als Zeal mit 84% und Yamamoto mit 80%. Die Dicke dieser Arterie betrug bei Lang (1979) 0,60 mm und bei Zeal 1,3 mm. Sie entsprang in 71,1% aus dem P2-Segment (Zeal 100%, Yamamoto 96,5%), in 26,9% aus der ATC (Lang 21%) und 1,9% aus der A. temporalis posterior. Bei Yamamoto stammen 3,5% aus dem P3-Segment. Der Abstand bis zur Bifurkation der A. basilaris betrug 29,87 mm (Zeal: 22,6 mm) und bis zur A. communicans posterior 21,04 mm (Lang: 20,86 mm). Als Hinweis muss angemerkt werden, dass sowohl Zeal als auch Yamamoto nicht weiter differenzieren, ob ein Temporalast aus der ATC oder aus dem P2-Segment hervorgeht. Somit

erhalten sie einen Wert, der sowohl die ATC als auch das P2-Segment als Ursprung mit einschließt.

Das Versorgungsgebiet ist relativ konstant und erstreckt sich auf die vordere Unterfläche des Temporallappens.

### **Arteria temporalis media (ATM)**

Mit einer Häufigkeit von 48,1% (Zeal:38%, Yamamoto: 80%) gehört sie zu den selteneren der Temporalarterien. Es konnte eine durchschnittliche Weite von 1,11 mm ermittelt werden. Als Vergleichswerte lieferten Zeal bzw. Lang 1,2 mm und 0,73 mm. Der Abstand bis zur Basilarisbifurkation konnte mit einem Wert von 35,38 mm (Zeal 26,0 mm) wiedergegeben werden. Dieser Ursprung befand sich in 72% im P2-Segment (Zeal 100%, Yamamoto 89,3%), in 20% in der ATC und in 8% in der A. temporalis posterior (Yamamoto: 11,8% im P3-Segment).

In der Literatur wurde sie zum Teil als nicht anwesend (Stephens & Stilwell, 1969; Margolis, 1974), inkonstant (Krayenbühl, 1968) oder auch ungewöhnlich (Laine, 1968) deklariert. Zum Versorgungsgebiet gehört die Unterfläche des Temporallappens.

### **Arteria temporalis posterior (ATP)**

Die ATP konnte in 100% nachgewiesen werden. Somit war sie in unseren Untersuchungen die konstanteste Temporalarterie. Zeal (1978) bzw. Yamamoto (1980) fanden sie in 96% bzw. 77,1%. In 73,1% erfolgte der Ursprung im P2-Segment, in 25% in der A. temporalis communis und in 1,9% in der A. calcarina. Bei Zeal war das P2-Segment in 93,8% und das P3-Segment in 6,3%, wohingegen bei Yamamoto das P2-Segment nur in 25,9%, das P3-Segment in 70,4% und die A. calcarina in 3,6% als Ursprungsgefäß ausfindig zu machen. Diese Diskrepanzen lassen sich zum größten Teil auf die verschiedenen Definitionen der P-Segmente zurückführen. Der Abstand bis zur Basilarisbifurkation betrug bei Zeal 35,0 mm und in unserer Studie 37,34 mm.

Mit einem Wert von 1,63 mm für den Außendurchmesser lag unser Wert nah an Zeals Messungen mit 1,6 mm, jedoch konnte ein großer Unterschied zu Lang (1979), der einen Mittelwert von 0,86 mm erhielt, festgestellt werden.

Sie besitzt von den Temporalarterien das größte Versorgungsgebiet, welches die Okzipitalregion mit dem visuellen Kortex einschließt.

### **5.3. Venen**

Bei genauerer Betrachtung der Literatur fällt auf, dass die Nomenklatur der Venen im Bereich des Mesencephalon nicht einheitlich ist. Ihnen wurde zum Teil auch nur wenig Beachtung geschenkt. In *Gray's Anatomy* (1980) zum Beispiel werden die Venen nicht namentlich genannt und nur in einem Satz abgehandelt. Auch in einigen neurochirurgischen Veröffentlichungen vermisst man die detaillierte Beschreibung, obwohl sie bei pathologischen Prozessen eine bedeutende Rolle spielen (Haines, 1980; Jannetta, 1981). Ein Grund hierfür könnte eben diese uneinheitliche Namensgebung der Venen sein. Daher haben wir uns zum Ziel gesetzt, diese Venen exakt zu beschreiben und mithilfe unserer Daten und der Literatur eine einfache Nomenklatur zu verwenden.

Erste genauere Darstellungen dieser meist kleinen Venen konnten zunächst radiologisch erfolgen. Vorreiter waren Huang und Wolf (1965, 1966, 1967, 1968, 1970a & b, 1974), die mit angiographischen Abbildungen die venösen Verhältnisse dieser Region visualisierten. Ihre Ergebnisse ermutigten weitere Autoren, Untersuchungen über diese Venen zu unternehmen. Die Messungen von Größen wurden mithilfe des Einsatzes des Operationsmikroskops erleichtert.

#### **5.3.1. Vena mesencephalica lateralis (VML)**

Sie wurde als erstes von Hochstetter (1938) und dann von Padget (1957) beschrieben. Bedeutende Illustrationen, die für weitergehende Untersuchungen von herausragender Bedeutung waren, lieferten Wolf & Huang (1963), Huang & Wolf (1965), Duvernoy (1975) und Lang (1981 & 1987).

Wolf & Huang hielten zunächst daran fest, dass die V. mesencephalica lateralis eine Abgangsvariation der V. basalis sei. Diese konnte gefunden werden, wenn die dorsale Verbindung der V. basalis mit der V. cerebri interna fehlte. Nach ihren Erläuterungen bestand die VML aus zwei Abschnitten: einem horizontalen, der den vorderen Anteil der V. basalis repräsentierte, und einem vertikalen Abschnitt, der in die Petrosalvenen bzw. Sinus petrosus superior mündete. Das Knie zwischen dem horizontalen und vertikalen Abschnitt war nach ihren Angaben 2,5 bis 3 cm hinter und ein wenig über dem posterioren Clinoid und korrespondierte somit mit dem Sulcus lateralis mesencephali.

Dieses „Knie“ entsprach in unseren Untersuchungen der Verbindung der V. mesencephalica lateralis mit der V. basalis Rosenthal. Wie wir schon gezeigt haben, kann dieser Punkt vor, auf Höhe oder auch hinter dem Sulcus lateralis mesencephali sein.

In einer späteren Arbeit beider Autoren (Huang & Wolf, 1965) wird von einer konstanten Vene, die mit der V. basalis verbunden ist, und nicht mehr von einer Anomalie gesprochen.

Mit unserer Studie konnten wir nachweisen, dass es sich nicht um eine Anomalie, sondern um eine eigenständige Vene handelte. Huang & Wolf wiesen mit ihren röntgenologischen Untersuchungen vor allem die Fälle nach, bei denen der Abfluss der V. basalis vorwiegend über die V. mesencephalica lateralis in die V. petrosa erfolgte, so dass der hintere Abschnitt der V. basalis nicht dargestellt wurde.

Nach Duvernoy (1975) gibt es drei Gruppen von supra- und infratentoriellen Anastomosen: anteromediane, anterolaterale und laterale Anastomosen. Die VML gehört zu der lateralen Gruppe, die auch die häufigste Gruppe ist, und verbindet die V. basalis mit der V. petrosa (Hinweis: im englischen Schrifttum häufig als „superior petrosal vein“ bezeichnet). Diese Art von Verbindung wird ebenfalls von weiteren Autoren beschrieben (Wackenheim, 1970; Ono, 1984; Andeweg, 1999). Nach Duvernoy befindet sich der Zusammenfluss der V. mesencephalica lateralis mit der V. basalis an der Stelle, an der die V. basalis auf das Corpus geniculatum mediale trifft. Weiterhin verläuft die Vena mesencephalica lateralis entlang des Sulcus lateralis mesencephali, wobei sie kranial eine dorsalkonkave und kaudal eine ventralkonkave Kurve macht. Duvernoys Angaben zufolge erhält sie Zuflüsse von Venen, die das Pedunculus und das Tectum drainieren. Aufgrund dieser Zuflüsse sprach Gomez Oliveros (1950) von einer „cerebellocollicular vein“.

All diese Arbeiten lieferten jedoch wenig detaillierte Beschreibungen über den Verlauf und keine Angaben über Größen und Messungen. Erst bei Matsushima (1983) und Lang (1987) wurde der Durchmesser mit einem Mittelwert von 0,72 mm (0,3 bis 1,8 mm) und 0,81 mm (0,29 bis 1,78 mm) angegeben. Unsere Messungen zeigten eine etwas dickere Vene mit einem mittleren Außendurchmesser von 1,07 mm (0,37 bis 2,15 mm). In der Literatur wird von einem Verlauf der Vene im Bereich des Sulcus lateralis mesencephali berichtet. Nur Lang ging darauf ein, dass das Gefäß auch außerhalb des Sulcus vorkommen kann. Durch die exakte Darstellung der VML unter dem Operationsmikroskop in unserer Studie konnten wir erstmalig die genaue

Lage der Vene bestimmen und eine Klassifikation (TYP I bis TYP V), wie sie schon weiter oben dargelegt ist, vornehmen. Weiterhin lieferten wir ebenfalls Daten zum Abstand der Vene zum Sulcus lateralis auf Höhe der Einmündung der V. mesencephalica lateralis in V. basalis und auf Höhe des Schnittpunkts der Sulci lateralis mesencephali und pontomesencephalicus.

Im Gegensatz zu Duvernoy (75%) und Lang (70%) konnten wir die VML in 100% nachweisen und damit diese Vene als eine zuverlässige Landmarke ausweisen. Matsushima konnte sie ebenfalls in allen Präparaten finden, wobei er nur 20 Hemisphären untersuchte.

Es wird deutlich, dass durch mikroanatomische Untersuchungen die Vene deutlich häufiger als bei radiologischen mit etwa 30 bis 35% (Wackenheim, 1971; Billewicz, 1975) identifiziert werden kann.

### **Klinische Bedeutung**

Zunächst ist anzuführen, dass die V. mesencephalica lateralis als wichtigste supra-infratentorielle Anastomose fungiert. Darüber hinaus spielt sie eine bedeutende Rolle beim Abfluss der V. basalis. Wolf & Huang konnten mit ihren angiographischen Untersuchungen zeigen, dass dieser Abfluss so erheblich sein kann, dass der hintere Bereich der V. basalis kaum mehr Blut führt. Bei Abflussstörungen kann es dann zu schwerwiegenden Infarzierungen im Abflussgebiet der V. basalis Rosenthal kommen. Ebenfalls kommt es dann zur Dilatation der Venen, die im Angiogramm nachgewiesen werden können (Bradac, 1970 & 1971). Durch unsere Arbeit wurde verdeutlicht, dass die VML als eine konstante Landmarke betrachtet werden und dem Operateur als Orientierungshilfe dienen kann.

### **5.3.2. Vena pontomesencephalica**

Dieser Terminus wurde von Huang & Wolf (1965 & 1968) und Duvernoy (1975) für eine Vene verwendet, die im Bereich der Substantia perforata anterior beginnt und in der Mittellinie nach kaudal bis über den Pons verläuft. Huang & Wolf bezeichneten sie als „anterior pontomesencephalic vein“, wobei Duvernoy nur den Begriff „pontomesencephalic vein“ gebrauchte. Da weitere Untersuchungen zeigten (Duvernoy, 1975; Matsushima, 1983; Lang, 1987), dass ebenfalls eine Vene im Sulcus pontomesencephalicus verläuft, muss hier in der Terminologie eine

Differenzierung vorgenommen werden. Im englischen Sprachgebrauch wurde der Begriff „vein of pontomesencephalic sulcus“ eingeführt (Duvernoy, 1975; Matsushima, 1983). Für die anteriore longitudinal verlaufende Vene benutzte Matsushima „median anterior pontomesencephalic vein“, die in der Nomina Anatomica von 1998 als „Vena pontis anteromediana“ bezeichnet wird. Der Terminus „Vena pontomesencephalica“ wird nun für die im Sulcus verlaufende Vene verwendet. Wir orientierten uns ebenfalls an diese Namensgebung.

Matsushima fand diese Vene in 90% mit einem mittleren Durchmesser von 0,46 mm (0,3 bis 0,9 mm). In der Literatur gibt es keine weiteren Vergleichsdaten. In unserem Untersuchungsmaterial konnte wir die V. pontomesencephalica in 84,6% nachweisen. Der Außendurchmesser lag bei 0,54 mm (0,12 bis 1,00 mm). Sie besitzt ventral Verbindungen mit der Vena pontis anteromediana und dorsal mit der Vena mesencephalica lateralis. In ihrem Verlauf münden ebenfalls kleine Venen des Pons und des Pedunculus cerebri. Die ventralen und dorsalen Verbindungen sind nicht immer regelmäßig vorhanden. Trotzdem kann somit in einigen Fällen eine Verbindung zwischen den ventral und weiter dorsal gelegenen longitudinalen Venen hergestellt werden.

### **5.3.3. Vena peduncularis**

Sie entsteht in der Fossa interpeduncularis, verläuft lateral über den Pedunculus unterhalb des Tractus opticus und mündet gewöhnlich in die V. basalis Rosenthal (Matsushima, 1983). Es können weitere mesencephale Venen in diese einmünden. Gelegentlich wird ein Abfluss über die Vena mesencephalica lateralis beobachtet. Lang (1981) und Matsushima konnten die V. peduncularis in 92% und 100% identifizieren. Nur Matsushima lieferte einen Mittelwert für den Durchmesser von 0,88 mm (0,3 bis 1,8 mm). Als Vergleich hierzu erhielten wir einen Durchschnittswert von 0,86 mm (0,42 bis 1,71 mm). Unsere Studie zeigte mit 86,5% eine etwas geringere Häufigkeit.

#### 5.3.4. Sonstige Venen

Eine Systematik und Quantifizierung von weiteren mesencephalen Venen, die zum Teil keine Bezeichnung haben, wird in der Literatur nicht beschrieben. Daher haben wir versucht, aufgrund von Drainagegebieten und Abflüssen eine Einteilung vorzunehmen. Wir unterschieden drei Drainagegebiete: Crus cerebri, Trigonum lemnisci, Tectum mesencephali. Weiterhin wurde untersucht, in welche abführenden Gefäße diese kleineren Venen mündeten. Da schon eingehend bei den Ergebnissen die Klassifikation und die Messergebnisse erläutert worden sind, soll an dieser Stelle kurz zusammengefasst werden. Beim Abfluss des Crus cerebri konnten vier Typen herauskristallisiert werden, das Trigonum hingegen drainierte in unseren Untersuchungen immer in die Vena mesencephalica lateralis. Tectale Venen wurden ebenfalls genauer untersucht, wobei unterschieden wurde, ob Venen auf den oberen, unteren, auf beiden Colliculi oder zwischen diesen verliefen. Sie wurden anschließend bis zu ihren Abflussgefäßen verfolgt.

Venen des Tectums wurden von Duvernoy (1975) in vier Gruppen eingeteilt: Venae colliculares medianae superior et inferior, Venae intercolliculares dextra et sinistra. Lang (1987) konnte eine V. intercollicularis nach Duvernoys Definition in 57% mit einem mittleren Durchmesser von 0,38 mm (0,19 bis 0,91 mm) nachweisen.

Die Nomina Anatomica (1998) nennt nur den Terminus der „V. intercollicularis“. Nach unseren Ergebnissen ist dieser Begriff unzureichend, da wir zeigen konnten, dass von den tectalen Venen 56,8% auf dem Colliculus inferior und nur 16,2% intercolliculär verliefen. Weitere 10,8% und 16,2% waren auf dem Colliculus superior bzw. auf beiden Colliculi zu finden. Daher schlagen wir vor, dass analog zur A. quadrigeminalis / collicularis ebenfalls der Terminus der **V. quadrigeminalis / collicularis** verwendet werden sollte.

Abschließend soll festgehalten werden, dass durch die vorliegende Studie eine systematische Erfassung und Quantifizierung dieser kleinen mesencephalen Venen, die bis dato fehlten, erfolgte.

#### 5.4. Anatomische Landmarken

Als wichtigste Orientierungshilfen bei der Präparation des Mesencephalons von lateral erwiesen sich zwei Strukturen als zuverlässige Landmarken, da sie immer

vorhanden und leicht auffindbar waren. Diese waren der Sulcus lateralis mesencephali und die Vena mesencephalica lateralis. Der Sulcus selbst spielte ebenfalls eine große Rolle bei der Suche nach der Vene. Weiterhin konnte so einfach eruiert werden, welchen Bereich des Mittelhirns man gerade untersuchte.

Unsere Präparationen bestätigten, dass sich der Tractus opticus als eine gute Landmarke zur Auffindung der Vena basalis Rosenthal erwies.

## 5.5. Subtemporaler Zugang

Mit dem subtemporalen Zugang können unter anderem Strukturen wie die Basilarisbifurkation, A. cerebri posterior, A. chorioidea anterior und der Sinus cavernosus (Lang, 1995) und Läsionen im Bereich des Mittelhirns, des Pons, der Pars petrosa ossis temporalis und des Clivus erreicht werden. Der klassische Zugang wurde zunächst für die Trigemusrhizotomie von Spiller (1901) und später für Operationen von Basilarisaneurysmen (Drake, 1968 & 1996) verwendet. Für Aneurysmen des P2-Segments der A. cerebri posterior ist der subtemporale Zugang ebenfalls eine sehr gute Lösung (Yaşargil, 1984). Um das Indikationsgebiet zu erweitern, eine bessere Übersicht zu erlangen und das Risiko von Nachteilen zu verringern, wurden in den letzten Jahrzehnten neben dem klassischen Zugang viele Modifikationen erprobt und eingeführt. Im Anschluss werden einige dieser Variationen, die in der Literatur beschrieben worden sind, kurz dargelegt.

Die **Resektion des Arcus zygomaticus** bei einem anterioren subtemporalen Zugang hat den Vorteil, dass die Retraktion des Temporallappens verringert werden kann (Pitelli, 1986; Neil-Dwyer, 1988; Perneczky, 1988; Shiokawa, 1989). Es können nun Aneurysmen der Basilarisbifurkation besser als beim klassischen subtemporalen Zugang erreicht werden (Knosp, 1991). Man kann diese Resektion ebenfalls auf den äußeren Orbitalrand ausweiten (Al-Mefty, 1987; Perneczky, 1988). Jedoch muss mehr auf den Nervus facialis und auf den Musculus temporalis geachtet werden. Pitelli (1986) konnte nämlich in seiner Arbeit eine Temporalisatrophie als Komplikation beobachten. Additional kann nach einer **Inzision des Tentoriums (subtemporal-transtentoriell)** die **Spitze der Pars petrosa mitentfernt** werden, um leichter in die Fossa posterior zu gelangen. Samii (1986) beschrieb diese Resektion als eine Möglichkeit, um Tumore in der Fossa posterior zu entfernen. Auch Aneurysmen, clivale und petroclivale Tumore im präpontinen Areal können behandelt



werden. Weiterhin können Aneurysmen der Basilarisbifurkation und –stamm auf diesem Wege operiert werden (Sugita, 1987). Als Nachteil erweist sich die Cochleaschädigung durch die Petrosaentfernung (Kawase, 1987; Sugita, 1987). Durch die Öffnung der Eustach'schen Tube kann eine Rhinorrhoe verursacht werden. Die Resektion des Pars petrosa wurde von Drake (1965) etabliert, als er den subtemporalen Zugang für Prozesse an der A. basilaris beschrieb.

Kawase führte 1985 den **subtemporalen, transpetrosalen Zugang** für Aneurysmen der unteren Basilarisregion und später für clivale, kleine petroclivale Tumore, die sich nicht hinter den inneren Gehörgang ausweiten, und Läsionen der Pars petrosa ein (Kawase, 1991). Eine Standardisierung dieses Zugangs erfolgte durch Al-Mefty (1988) und Samii & Ammirati (1988). Durch eine Variation konnten Daspit (1991) und Spetzler (1992) petroclivale Läsionen und Läsionen im Bereich des cerebellopontinen Übergangs behandeln. Durch weitere Modifikation von Harsh (1992), der eine intradurale Resektion der Pars petrosa ossis temporalis bevorzugte, entstand der **subtemporale, transkavernöse, anteriore transpetrosale Zugang**, der sich dadurch auszeichnete, dass nur eine geringe Retraktion des Temporallappens nötig war, eine bessere Übersicht und die ventrale Darstellung des Hirnstamms anterior des Austritts der Hirnnerven möglich war (Cantore, 1994; Megerian, 1996). Ähnlich diesem ist der **kombinierte anteriore subtemporale** (Winkler, 1997) **und mediale transpetrosale Zugang**, der sich für Operationen im oberen Drittel des Clivus, der A. basilaris und für Cavernome im mittleren und oberen Pons eignet (MacDonald, 1998).

Ein von Samii (1996) vorgestellter **kombinierter subtemporaler und präsigmoidaler Zugang** kann bei sehr großen Meningeomen, die in die paraselläre Region, mittlere und hintere Schädelgrube oder in die präpontine Region und den Clivus einwachsen, verwendet werden. Als Vorteil erweist sich eine bessere Übersicht der Basilarisregion. Demgegenüber stehen der große Zeitaufwand, Verletzungsmöglichkeit der V. Labbé und Verlust der Hörfunktion (Samii, 1996).

Eine weitere Kombinationsmöglichkeit stellt der **subtemporale und präaurikuläre infratemporale Zugang** dar. Auf diese Weise kann das Gebiet ventral des Hirnstamms direkt ohne Hirnretraktion erreicht werden (Sen, 1990). Zu den Vorteilen gehört ebenfalls, dass die Innenohrstrukturen nicht beschädigt werden (Sen, 1990). Nach Tedeschi (1994) stellt dieser Zugang eine Alternative dar, um vaskuläre Prozesse im mittleren Basilarisbereich und am vertebrobasilären Übergang zu

operieren. Mögliche Nachteile sind der Trismus, der durch die Entfernung des Processus condylaris mandibulae entstehen kann, und eine temporäre Hörminderung durch Teilung der Eustach'schen Tube (Sen, 1990).

Dorsale Areale des Mittelhirns, vor allem der posterolaterale Hirnstamm beginnend von der Vierhügelplatte bis zum oberen Pons, können mit dem **weit posterioren subtemporalen Zugang**, der von Smith (2003) erläutert wurde, erreicht werden. Gegenüber den petrosalen Zugängen hat er den Vorteil, dass er viel seltener zu Hörstörung und Facialisschädigung führt. Es kann auch auf eine Bohrung der Pars petrosa und auf Retraktion des Kleinhirns verzichtet werden. Wie schon häufiger genannt besteht auch hier die Gefahr der Temporallappenschwellung und der Beschädigung der V. Labbé. Diese kann durch eine Mobilisation der Vene vor der Retraktion minimiert werden (Smith, 2003).

Für Trigemini neurinome in der mittleren Schädelgrube kann ein sogenannter **subtemporal-intraduraler** (Post, 1990) oder auch ein **kombinierter subtemporal-intraduraler und extraduraler Zugang** (House, 1990; El-Kalliny, 1992) herangezogen werden. Auch bei diesem Zugang können die schon oben genannten Petrosektomie und Inzision des Tentoriums für eine bessere Übersicht und ein größeres Operationsgebiet durchgeführt werden.

Auch im Rahmen der **Schlüssellochoperationen** kann ein subtemporaler Zugang erwogen werden. Indikation hierfür sind verschiedene Tumore in petroclivalen und suprasellären Regionen, die nicht anterior über die A. carotis und posterior über den inneren Gehörgang reichen (Taniguchi, 1997). Aber auch Aneurysmen im posterioren Gebiet können so behandelt werden. Einer der Vorteile ist, dass durch die Ränder der Kraniotomie eine zu starke Retraktion der Spatel aufgefangen wird, so dass die großen und bedeutenden Risiken einer Hirnschwellung und venösen Infarzierung gemindert werden können (Taniguchi, 1997).

### **Beachtung der Nachteile**

Hier soll noch kurz auf die wichtigsten Nachteile und ihre mögliche Vermeidung eingegangen werden. Wie schon ersichtlich wurde, gibt es zwei Punkte, die immer erwähnt werden, wenn ein subtemporaler Zugang beschrieben wird: **Temporallappenschwellung** und **Verletzung der V. Labbé** mit einer möglichen **hämorrhagischen Infarzierung** durch die Lappenretraktion, um das OP-Gebiet zu erweitern.

Die Retraktion kann vermindert werden durch:

- die Anlage einer lumbalen Drainage (Sugita, 1985)
- einen weiter dorsaleren Zugang
- Entfernung der Felsenbeinspitze oder Arcus zygomaticus (Knosp, 1991)
- Anwendung von hyperosmotischen Lösungen (Abe, 1981)
- intermittierendes Lösen des Retraktors (Abe, 1981)
- Schlüssellochkraniotomie (Taniguchi, 1997).

Um die Gefahr der venösen Infarzierung zu verringern, sollte die V. Labbé präoperativ radiologisch dargestellt und identifiziert werden (Jorden, 2004) und intraoperativ vor der Retraktion mobilisiert werden (Smith, 2003).

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Incisura tentorii stellt einen der am schwersten zugänglichen Bereiche des Gehirns dar. Operationen in dieser Region stellen daher große Anforderungen an den Neurochirurgen. Moderne bildgebende Verfahren wie die Computertomographie oder die Magnetresonanztomographie konnten die Diagnostik von raumfordernden Prozessen des Gehirns verbessern. Schwer zugängliche Prozesse konnten daher besser geplant und auch erfolgreich operiert werden.

Es steht jedoch außer Frage, dass neben den modernen Techniken die genaue Kenntnis der Mikroanatomie der verschiedenen Regionen des Gehirns von großer Bedeutung für den Chirurgen ist. Die exakte Kenntnis der Strukturen und ihrer Variabilität ist für die genaue Planung einer Operation in anatomisch komplexen Arealen des Gehirns unerlässlich, um neurale und vaskuläre Strukturen zu schonen und ein gutes Outcome des Patienten zu erzielen.

Verschiedene Zugänge werden angewandt, um Läsionen im Bereich der Incisura tentorii zu operieren. Der subtemporale Zugang stellt eine dieser Möglichkeiten dar. Als Vorteil einer subtemporalen Kraniotomie ist zu erwähnen, dass schwer zugängliche Bereiche wie ventrale Anteile des Hirnstammes oder die Basilarisregion dargestellt werden können. Als Hauptnachteile sind eine Temporallappenschwellung und die Gefahr einer hämorrhagischen Infarzierung durch die Lappenretraktion zu nennen. Die V. Labbé ist hier besonders gefährdet.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die neurochirurgische Mikroanatomie bei einem subtemporalen Zugang zur Incisura tentorii darzustellen. Es wurden hierfür 52 Hemisphären von 26 ganzen Hirnen unter dem Operationsmikroskop präpariert. Wir achteten besonders auf die vaskulären Strukturen. Es zeigte sich, dass in der Literatur die venösen Verhältnisse dieser Region zum Teil lückenhaft und nicht detailliert beschrieben wurden. Daher versuchten wir, die Venen systematisch zu erfassen, um eine mögliche Klassifikation einzuführen.

Bei den Arterien konzentrierten wir uns auf die A. cerebelli superior, A. cerebri posterior und wichtige Abgänge von ihr, wie der A. circumferentialis brevis, der A. quadrigeminalis, der A. chorioidea posterior medialis, den Aa. temporales inferiores und der Endaufteilung der A. cerebri posterior in die A. calcarina und A. parietooccipitalis. Es wurde die Häufigkeit dieser Gefäße, ihr genauer Verlauf, ihr Außendurchmesser, der Abstand der Abgänge der A. cerebri posterior zum Anfang der PCA und deren Versorgungsgebiete dargestellt.

Bei den Venen wurden die V. mesencephalica lateralis, V. pontomesencephalica, V. peduncularis und weitere Venen, die auffindig gemacht wurden, genau untersucht. Es wurden ebenfalls ihre Häufigkeit, ihr Außendurchmesser und ihr Drainagegebiet beschrieben.

Die V. mesencephalica lateralis stellte sich als eine hervorragende Landmarke für den subtemporalen Zugang heraus, da sie im Gegensatz zu bisherigen Studien in allen Präparaten gefunden wurde. Sie wurde als wichtigste supra-infratentorielle Anastomose definiert. Ihr Außendurchmesser betrug 1,07 mm. Aufgrund ihres verschiedenen Verlaufes zum Sulcus lateralis mesencephali, der bisher in der Literatur nicht beschrieben wurde, konnten wir die VML in fünf Typen klassifizieren. Im Falle von Typ I lag sie immer vor dem Sulcus, bei Typ II im Sulcus, bei Typ III hinter dem Sulcus und bei Typ IV lag sie in ihrem kranialen Abschnitt hinter dem Sulcus und im kaudalen Abschnitt vor dem Sulcus, so dass der Sulcus überkreuzt wurde. Theoretisch könnte es einen Typ V geben, bei dem die Vene kranial vor dem Sulcus und kaudal hinter dem Sulcus läuft. Jedoch konnten wir einen solchen Verlauf in unseren Präparaten nicht finden. Die V. mesencephalica lateralis besitzt außerdem eine große Rolle für die Neurochirurgie, da sie die wichtigste supra-infratentorielle Verbindung ist, und zwar zwischen der V. basalis und der V. petrosa.

In unserer Studie konnten weiterhin kleinere Venen im Bereich des Mesencephalons klassifiziert werden. Es wurde unterschieden, welches Gebiet sie drainierten und in welche größere Venen sie mündeten. Eine solche Systematisierung erfolgte in der Literatur bisher noch nicht.

Mit der vorliegenden Arbeit sollte die Mikroanatomie der Incisura tentorii bei einem subtemporalen Zugang dargestellt werden. Eine Operation kann hierdurch besser geplant werden und mögliche Komplikationen während der Operation vermieden werden.

## 7. LITERATURVERZEICHNIS

1. Abe H, Tsuru M, Ito T, Nakagawa Y, Kaneko S, Iwasaki Y, Aida T, Kamiyama H, Echizenya K. [Temporal lobe damage as pitfalls at subtemporal transtentorial approach].  
No Shinkei Geka 1981; 9: 819-827. Japanese.
2. Adachi B. Das Arteriensystem der Japaner. Band I und II. Verlag der Kaiserlich-Japanischen Universität, Kyoto 1928.
3. Alezais et D'Astros. La circulation du péduncle cérébral.  
Journ de la Anat et de l'Physiol 1892 ;28 :519-28.
4. Al-Mefty O. Supraorbital-pterional approach to skull base lesions.  
Neurosurgery 1987; 21: 474-77.
5. Al-Mefty O, Fox JL, Smith RR. Petrosal approach for petroclival meningiomas.  
Neurosurgery 1988; 22: 510-17.
6. Alpers PJ, Berry RG, Paddison RM. Anatomical studies of circle of Willis in normal brain.  
Arch Neurol Psychiatry 1959; 81: 409.
7. Amarenco P, Roullet E, Goujon C, Chéron F, Hauw JJ, Bousser MG. Infarction in the anterior rostral cerebellum: The territory of the lateral branch of the superior cerebellar artery.  
Neurology 1991; 41: 253-58.
8. Andeweg J. Consequences of the anatomy of deep venous outflow from the brain. Neuroradiology 1999; 41: 233-41.
9. Anegawa S, Hayashi T, Torigoe R, Utsunomiya H, Ogasawara T, Goto K. [Arteriovenous malformation resembling galenic aneurysm].  
No Shinkei Geka 1993; 21: 723-28. Japanese.

10. Arnstein LH, Boldrey E, Naffziger HC. A case report and survey of brain tumors during the neonatal period.  
J Neurosurg 1951; 8: 315-19.
11. Beck S. Arteria communicans posterior und Arteria choroidea anterior.  
Dissertationsschrift, Hannover 1991.
12. Billewicz O. [Radiologic pattern of the lateral mesencephalic vein and its ramifications under normal and pathological conditions].  
Neurol Neurochir Pol 1973; 7: 799-806. Polish.
13. Billewicz O. The normal and pathological radioanatomy of the lateral mesencephalic vein.  
Neuroradiology 1975; 18: 295-99.
14. Bisaria KK. Anomalies of the posterior communicating artery and their potential clinical significance.  
J Neurosurg 1984; 60: 572-76.
15. Blackburn JW. Anomalies of the encephalic arteries among the insane.  
J Comp Neurol 1907; 17: 493.
16. Blinkov SM, Smirnov NA. Brain Displacement and Deformations. Plenum Press, New York 1971.
17. Blinkov SM, Gabibov GA, Tanyashin SV. Variations in location of the arteries coursing between the brain stem and the free edge of the tentorium.  
J Neurosurg 1992; 76: 973-78.
18. Bogousslavsky J, Maeder P, Regli F, Meuli R. Pure midbrain infarction: clinical syndromes, MRI, and etiologic patterns.  
Neurology 1994; 44: 2032-40.

19. Bonnal J, Serratrice G, Winninger J. Angiome arterioveinaux (A.A.V.) des territoires choroïdiens antérieur et postérieur juxthalamique avec hématome dans le pulvinar : ablation partielle: Etude des séquelles. *Neurochirurgie* 1960; 6: 173-85.
20. Bozboga M, Canbolat A, Savas A, Turker K. Aneurysm arising from the medial branch of the superior cerebellar artery. *Acta Neurochir* 1996; 138: 1013-14.
21. Bradac GB. The Ponto-Mesencephalic Veins (Radio-Anatomical Study). *Neuroradiology*. 1970; 1: 52-57.
22. Bradac GB, Holdorff B, Simon RS. Aspects of the venous drainage of the pons and the mesencephalon. *Neuroradiology* 1971; 3: 102-8.
23. Bricolo A, Turazzi S, Cristofori L, Talacchi A. Direct surgery for brainstem tumours. *Acta Neurochir Suppl* 1991; 53: 148-58.
24. Cammermeyer J. Changes in volume of cat spinal cord induced by formalin fixatives. *J Neuropath Exp Neurol* 1956; 15: 212-14.
25. Cantore G, Ciappetta P, Delfini R. Choice of neurosurgical approach in the treatment of cranial base lesions. *Neurosurg Rev* 1994; 17: 109-25.
26. Carpenter MB. Human Neuroanatomy. Williams & Wilkins Co, Baltimore 1976.
27. Caruso G, Vincentelli F, Rabehanta P, Giudicelli G, Grisoli F. Anomalies of the P1 segment of the posterior cerebral artery: early bifurcation or duplication, fenestration, common trunk with the superior cerebellar artery. *Acta Neurochir* 1991; 109: 66-71.



28. Cheek WR, Taveras JM. Thalamic tumors.  
J Neurosurg 1966; 24: 505-13.
29. Chou SN, Ortiz-Suarez HJ. Surgical treatment of arterial aneurysms of the vertebrobasilar circulation.  
J Neurosurg 1974; 41: 671-80.
30. Critchley M, Schuster P. Beiträge zur Anatomie und Pathologie der Arteria cerebelli superior.  
Z Ges Neurol Psychiat 1933; 144: 681-741.
31. Dandy WE. Operative experience in cases of pineal tumor.  
Arch Surg 1936; 33: 19-46.
32. Dandy WE. Intracranial Arterial Aneurysms. Comstock, Ithaca New York 1944.
33. Dasptit CP, Spetzler RF, Pappas CT. Combined approach for lesions involving the cerebellopontine angle and skull base: experience with 20 cases-- preliminary report.  
Otolaryngol Head Neck Surg 1991; 105: 788-96.
34. De Vrièse B. Sur la signification morphologique des artères cérébrales.  
Arch Biol 1904/05; 21 : 357-457.
35. Doe FD, Shuangshoti S, Netsky MG. Cryptic hemangioma of the choroid plexus. A cause of intraventricular hemorrhage.  
Neurology 1972; 22: 1232-39.
36. Drake CG. Surgical treatment of ruptured aneurysms of the basilar artery. Experience with 14 cases.  
J Neurosurg 1965; 23: 457-73.
37. Drake CG. The surgical treatment of aneurysms of the basilar artery.  
J Neurosurg 1968; 29: 436-46.

38. Drake CG, Amacher AL. Aneurysms of the posterior cerebral artery. J Neurosurg 1969; 30: 468-74.
39. Drake CG. The treatment of aneurysms of the posterior circulation. Clin Neurosurg 1979; 26: 96-144.
40. Drake CG. Cerebral arteriovenous malformations: considerations for and experience with surgical treatment in 166 cases. Clin Neurosurg 1979; 26: 145-208.
41. Drake CG, Peerless SJ, Hernesniemi JA. Surgery of vertebrobasilar aneurysms. Springer, Wien New York 1996, S. 17-41.
42. Duncan GW, Weindling SM. Posterior cerebral artery stenosis with midbrain infarction. Stroke 1995; 26: 900-02.
43. Duret H. Recherches anatomiques sur la circulation de l'encéphale. Arch Physiol Norm Pathol Anat 1874 1/VII.
44. Duvernoy HM. The superficial veins of the human brain. Veins of the brain stem and of the base of the brain. Springer, Berlin Heidelberg New York 1975.
45. Duvernoy HM. Human brainstem vessels. Springer, Berlin Heidelberg New York 1978.
46. Ecker A, Riemenschneider PA. Angiographic Localization of Intracranial Masses. Charles C Thomas, Springfield 1955.
47. El-Kalliny M, van Loveren H, Keller JT, Tew JM Jr. Tumors of the lateral wall of the cavernous sinus. J Neurosurg 1992; 77: 508-14.

48. Englander RN, Netsky MG, Adelman LS. Location of human pyramidal tract in the internal capsule: anatomic evidence.  
Neurology 1975; 25: 823-26.
49. Ezura M, Takahashi A, Yoshimoto T. Successful treatment of an arteriovenous malformation by chemical embolization with estrogen followed by conventional radiotherapy.  
Neurosurgery 1992; 31: 1105-07.
50. Fawcett E, Blachford JV. The circle of Willis. An examination of 700 specimens.  
J Anat 1906; 40: 63.
51. Fischer G, Köhler C, Röthig W, Rojewski H. Die Gewichtsveränderungen von Gehirnen während einer 4 wöchigen Formalinfixierung in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Liegezeit post mortem.  
Zentralbl Allg Path 1958; 117: 400-07.
52. Foix CH, Hillemand P. Les artères de l'axe encéphalique jusqu'au diencephale inclusivement.  
Rev Neurol 1925; 11: 705-39.
53. Frontera JG. Evaluation of the immediate effects of some fixatives upon the measurements of the brains of macaques.  
J Comp Neurol 1958; 109: 417-38.
54. Frydl V, Koch R, Zavodska H. The effect of formalin fixation on several properties of the brain.  
Zentralbl Allg Pathol 1989; 135: 649-55.
55. Fujii K, Lenkey C, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the choroidal arteries: lateral and third ventricles.  
J Neurosurg 1980; 52: 165-88.

56. Galloway JR, Greitz T. The medial and lateral choroid arteries. An anatomic and roentgenographic study.  
Acta Radiol 1960; 53: 353-66.
57. Gillilan LA. The arterial and venous supplies to the fore-brain of primates.  
Neurology 1968; 18: 653-70.
58. Gillilan LA. Anatomy and embryology of the arterial system of the brain stem and cerebellum. In Vinken PJ, Bruyn GW (eds.): Handbook of Clinical Neurology Vol. 11. North-Holland-Publishing Co, Amsterdam 1975.
59. Gilroy J, Meyer JS. Medical Neurology. Macmillan Publishing Co, New York 1979.
60. Goel A, Nadkarni T. Basal lateral subtemporal approach for trigeminal neurinomas: report of an experience with 18 cases.  
Acta Neurochir 1999; 141: 711-19.
61. Gordon-Shaw G. Two cases of reduplication of the art. cerebri posterior.  
J Anat Physiol 1910; 44: 249.
62. Greitz T. Tumours of the quadrigeminal plate and adjacent structures.  
Acta Radiol Diagn 1972; 12: 513-38.
63. Gurer G, Sahin G, Cekirge S, Tan E, Saribas O. Acute bilateral cerebellar infarction in the territory of the medial branches of posterior inferior cerebellar arteries.  
Clin Neurol Neurosurg 2001; 103: 194-96.
64. Haines SJ, Jannetta PJ, Zorub DS. Microvascular relations of the trigeminal nerve. An anatomical study with clinical correlation.  
J Neurosurg 1980; 52: 381-86.

65. Hanafée W, Jannetta PJ. Aneurysm as a cause of stroke.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1966; 98: 647-52.
66. Hardy DG, Rhoton AL Jr. Microsurgical relationships of the superior cerebellar artery and the trigeminal nerve.  
J Neurosurg 1978; 49: 669-78.
67. Hardy DG, Peace DA, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the superior cerebellar artery.  
Neurosurgery 1980; 6: 10-28.
68. Harsh GR 4th, Sekhar LN. The subtemporal, transcavernous, anterior transpetrosal approach to the upper brain stem and clivus.  
J Neurosurg 1992; 77: 709-17.
69. Hasabe K. Arterien der Hirnbasis. In Adachi B (Hrsg.): Das Arteriensystem der Japaner. Band I. Verlag der Kaiserlich-Japanischen Universität, Kyoto 1928.
70. Heros RC. Arteriovenous malformations of the medial temporal lobe. Surgical approach and neuroradiological characterization.  
J Neurosurg 1982; 56: 44-52.
71. Ho KL. Schwannoma of the trochlear nerve.  
J Neurosurg 1981; 55: 132-35.
72. Hochstetter F. Über eine Varität Vena ceebralis basalis des Menschen nebst Bemerkungen über die Entwicklung bestimmter Hirnnerven.  
Z Anat Entwickl-Gesch 1938; 108: 311-36.
73. Hodge CJ Jr, King RB. Arteriovenous malformation of choroid plexus. Case report.  
J Neurosurg 1975; 42: 457-61.

74. Höök O, Norlén G, Guzmán J. Saccular aneurysms of the vertebral-basilar arterial system. A report of 28 cases.  
Acta Neurol Scand 1963; 39: 271-304.
75. Hoffman HB, Margolis MT, Newton TH. The superior cerebellar artery. In Newton TH, Potts DG (eds.): Radiology of the skull and brain, Vol II, Book 2. CV Mosby, St. Louis 1974.
76. House WF, Hitselsberger WE, McElveen JT. The middle cranial fossa approach to lesions of the temporal bone and cerebellopontine angle. In Wilkins RH, Rengachary SS (eds.): Neurosurgery Update Vol I: Diagnosis, Operative Technique and Neuro-Oncology. McGraw-Hill, New York 1990.
77. Hoyt WF, Newton TH. Angiographic changes with occlusion of arteries that supply the visual cortex.  
N Z Med J 1970; 72: 310-17.
78. Huang YP, Wolf BS. The veins of the posterior fossa--superior or galenic draining group.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1965; 95: 808-21.
79. Huang YP, Wolf BS. Precentral cerebellar vein in angiography.  
Acta Radiol Diagn 1966; 5: 250-62.
80. Huang YP, Wolf BS. The vein of the lateral recess of the fourth ventricle and its tributaries. Roentgen appearance and anatomic relationships.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1967; 101: 1-21.
81. Huang YP, Wolf BS, Antin SP, Okudera T. The veins of the posterior fossa--anterior or petrosal draining group.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1968; 104: 36-56.

82. Huang YP, Wolf BS. Angiographic features of brain stem tumors and differential diagnosis from fourth ventricle tumors.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1970; 110: 1-30.
83. Huang YP, Wolf BS. Differential diagnosis of fourth ventricle tumors from brain stem in angiography.  
Neuroradiology 1970; 1: 4-19.
84. Huang YP, Wolf BS. Veins of the posterior fossa. In Newton TH, Potts DG (eds.): Radiology of the skull and brain, Vol II, Book 3. CV Mosby, St. Louis 1974.
85. Hunt WE, Hess RM. Aneurysm of the posterior cerebral artery with unexpected postoperative neurological deficit. Case report.  
J Neurosurg 1967; 26: 633-35.
86. Jamieson KG. Aneurysms of the vertebrobasilar system. Surgical intervention in 19 cases.  
J Neurosurg 1964; 21: 781-97.
87. Jannetta PJ. Vascular decompression in trigeminal neuralgia. In Samii M, Jannetta PJ (eds.): The cranial Nerves. Anatomy, Pathology, Pathophysiology, Diagnosis, Treatment. Springer, Berlin Heidelberg New York 1981.
88. Jefferson G. Compression of the chiasma, optic nerves, and optic tracts by intracranial aneurysms.  
Brain 1937; 60: 444-97.
89. Jongen JC, Franke CL, Soeterboek AA, Versteeg CW, Ramos LM, van Gijn J. Blood supply of the posterior cerebral artery by the carotid system on angiograms.  
J Neurol 2002; 249: 455-60.

90. Jorden N. Dreidimensionale Visualisierung und anatomische Korrelation des superfiziellen zerebralen Venensystems. Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Operationsplanung in der Mikroneurochirurgie. Dissertationsschrift, München, 2004.
91. Kaplan HA, Ford DH. The Brain Vascular System. American Elsevier, New York Amsterdam 1966.
92. Kawase T, Toya S, Shiobara R, Mine T. Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. J Neurosurg 1985; 63: 857-61.
93. Kawase T, Toya S, Shiobara R, Kimura C, Nakajima H. Skull base approaches for meningeomas invading the cavernous sinus. In Dolenc VV (ed.): The cavernous sinus. Springer, Wien New York 1987.
94. Kawase T, Shiobara R, Toya S. Anterior transpetrosal-transtentorial approach for sphenopetroclival meningiomas: surgical method and results in 10 patients. Neurosurgery 1991; 28: 869-76.
95. Khan NM. The blood supply of the midbrain in man and monkey. Ph.D. Thesis, Guy's Hospital Med. School Univ. of London 1969.
96. Khominskii BS. [Pathomorphology of protrusions into the tentorial foramen]. Vopr Neurokhir 1954; 18: 9-17. Russian.
97. Knosp E, Tschabitscher M, Matula C, Koos WT. Modifications of temporal approaches: anatomical aspects of a microneurosurgical approach. Acta Neurochir Suppl 1991; 53: 159-65.
98. Kostovic I. Zentralnervensystem. In Hinrichsen, KV (Hrsg.): Humanembryologie. Lehrbuch und Atlas der vorgeburtlichen Entwicklung des Menschen. Springer, Berlin Heidelberg New York 1990.



99. Krause F. Chirurgie des Gehirns und Rückenmarks nach eigenen Erfahrungen. Urban & Schwarzenberg. Berlin Wien 1911.
100. Krayenbühl HA, Yaşargil MG. Cerebral Angiography ed. 2. JP Lippincott, Philadelphia 1968.
101. Kunicki A. Operative experiences in 8 cases of pineal tumor. J Neurosurg 1960; 17: 815-23.
102. Kurosu A, Fujii T, Ono G. Distal superior cerebellar artery aneurysm. Br J Neurosurg 2000; 14: 244-46.
103. Laine E. Arterial vertebro-basilar aneurysms. Prog Brain Res 1968; 30: 323-46.
104. Lang J, Kollmansberger A. Beitrag zur Anatomie der Kleinhirnarterien. Gegenbaurs Morph Jahrb 1961; 102: 170-79.
105. Lang J. Über die Pori durales der Nn. III, IV, and VI. Verh Anat Ges 1975; 69: 785-91.
106. Lang J, Müller J. Über bisher unbekannte topographische von Kleinhirnarterien. Verh Anat Ges 1975; 69: 823-28.
107. Lang J, Brunner FX. Rami diencephalici inferiores anteriores, inferiores posteriores und inferiores laterales posteriores – Anzahl, Durchmesser, Ursprungs- und Verlaufsvariationen. Verh Anat Ges 1978; 72: 429-31.
108. Lang J, Kämpflinger E. A. laminae tecti (quadrigemina) und Rami thalamogeniculati. Anat Anz 1980; 147: 1-11.

109. Lang J, Köth R, Reiss G. Über die Bildung, die Zuflüsse und den Verlauf der V. basalis und V. cerebri interna.  
Anat Anz 1981;150: 385-423.
110. Lang J. Schwere Schädel-Hirn-Verletzungen, Polytrauma, Schock. Anatomie der tiefliegenden Hirnstrukturen, insbesondere des Mittelhirns. In: Schürmann K (Hrsg.): Der zerebrale Notfall. Urban & Schwarzenberg, München 1985.
111. Lang J, Fischer G. Über die Lagebeziehungen der A. laminae tecti und des R. choroideus posterior medialis zum N. oculomotorius.  
Anat Anz 1986; 162: 225-28.
112. Lang J. Zerebrale Ischämien. Anatomie und Morphologie der Hirngefäße. In: Schürmann K (Hrsg.): Der zerebrale Notfall. Urban & Schwarzenberg, München 1985.
113. Lang J, Schaffrath H, Fischer G. Weitere Befunde zu den Vv. Mesencephalicae.  
Neurochirurgia 1987; 30:69-71.
114. Lang J, Schaffrath H, Fischer G. Weitere Befunde zu den Rami diencephalici.  
Neurochirurgia 1987; 30: 103-07.
115. Lang, J. Clinical anatomy of the posterior cranial fossa and its foramina.  
Thieme, Stuttgart 1991.
116. Lang, J. Skull base and related structures. Schattauer, Stuttgart 1995.
117. Lazar ML, Clark K. Direct surgical management of masses in the region of the vein of Galen.  
Surg Neurol 1974; 2: 17-21.

118. Leibniz L. Untersuchungen zur Optimierung der Gewichts- und Volumenveränderungen von Hirnen während der Fixierung, Dehydrierung und Aufhellung sowie über Rückschlüsse vom gewicht des behandelten auf das Volumen des frischen Gehirns.  
J Hirnforsch 1971/72; 13: 321-29.
119. Little JR, Blomquist GA Jr, Ethier R. Intraventricular hemorrhage in adults.  
Surg Neurol 1977; 8: 143-49.
120. MacDonald JD, Antonelli P, Day AL. The anterior subtemporal, medial transpetrosal approach to the upper basilar artery and ponto-mesencephalic junction.  
Neurosurgery 1998; 43: 84-89.
121. Mallory TB. Case report of the Massachusetts General Hospital: case 26061.  
N Engl J Med 1940; 222: 191-95.
122. Mani RL, Newton TH, Glickman MG. The superior cerebellar artery: an anatomic-roentgenographic correlation.  
Radiology 1968; 91: 1102-08.
123. Margolis MT, Hoffman HB, Newton TH. Choroidal arteries in the diagnosis of thalamic tumors.  
J Neurosurg 1972; 36: 287-98.
124. Margolis MT, Newton TH, Hoyt WF. The posterior cerebral artery, Section II: Gross and roentgenographic anatomy. In Newton TH, Potts DG (eds.): Radiology of the skull and brain, Vol II, Book 2. CV Mosby, St. Louis 1974.
125. Marinkovic S, Milisavljevic M, Kovacevic M. Interpeduncular perforating branches of the posterior cerebral artery. Microsurgical anatomy of their extracerebral and intracerebral segments.  
Surg Neurol 1986; 26: 349-59.

126. Marinkovic SV, Milisavljevic MM, Lolic-Draganic V, Kovacevic MS. Distribution of the occipital branches of the posterior cerebral artery. Correlation with occipital lobe infarcts.  
Stroke 1987; 18: 728-32.
127. Marinkovic S, Gibo H. The neurovascular relationships and the blood supply of the oculomotor nerve: the microsurgical anatomy of its cisternal segment.  
Surg Neurol 1994; 42: 505-16.
128. Marinkovic S, Kovacevic M, Gibo H, Milisavljevic M, Bumbasirevic L. The anatomical basis for the cerebellar infarcts.  
Surg Neurol 1995; 44: 450-61.
129. Marinkovic S, Gibo H, Zelic O, Nikodijevic I. The neurovascular relationships and the blood supply of the trochlear nerve: surgical anatomy of its cisternal segment.  
Neurosurgery 1996; 38: 161-69.
130. Martin NA, Wilson CB. Medial occipital arteriovenous malformations. Surgical treatment.  
J Neurosurg 1982; 56: 798-802.
131. Matricali B, Seminara P. Aneurysm arising from the medial branch of the superior cerebellar artery.  
Neurosurgery 1986; 18: 350-52.
132. Matsushima M, Yamamoto T, Motomochi M, Ando K. Papilloma and venous angioma of the choroid plexus causing primary intraventricular hemorrhage. Report of two cases.  
J Neurosurg 1973; 39: 666-70.
133. Matsushima T, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Peace D. Microsurgical anatomy of the veins of the posterior fossa.  
J Neurosurg 1983; 59: 63-105.

134. Matsuyama T, Masuda A. [A rare case of choroid plexus papilloma in the third ventricle].  
No Shinkei Geka 1992; 20: 1269-72. Japanese.
135. Megerian CA, Chiocca EA, McKenna MJ, Harsh GF 4th, Ojemann RG. The subtemporal-transpetrous approach for excision of petroclival tumors.  
Am J Otol 1996; 17: 773-79.
136. Milisavljevic M, Marinkovic S, Lolic-Draganic V, Kovacevic M. Oculomotor, trochlear, and abducens nerves penetrated by cerebral vessels. Microanatomy and possible clinical significance.  
Arch Neurol 1986; 43: 58-61.
137. Nagata K, Nikaido H, Mori T. Successful removal of cryptic arteriovenous malformation located at the upper ventral pons via subtemporal transtentorial approach.  
Surg Neurol 1996; 46: 116-21.
138. Neil-Dwyer G, Sharr M, Haskell R, Currie D, Hosseini M. Zygomaticotemporal approach to the basis cranii and basilar artery.  
Neurosurgery 1988; 23: 20-2.
139. Newton TH, Hoyt WF, Margolis MT. The posterior cerebral artery, Section III: Pathology. In Newton TH, Potts DG (eds.): Radiology of the skull and brain, Vol II, Book 2. CV Mosby, St. Louis 1974.
140. Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen C. Das Zentralnervensystem des Menschen, 2. Auflage, Springer, Berlin 1991.
141. Obrador S, Dierssen G, Rodriguez Hernandez J. Giant aneurysm of the posterior cerebral artery. Case report.  
J Neurosurg 1967; 26: 413-16.

142. Ohta H, Sakai N, Nagata I, Sakai H, Shindo A, Kikuchi H. Spontaneous total thrombosis of distal superior cerebellar artery aneurysm.  
*Acta Neurochir* 2001; 143: 837-43.
143. Ono M, Ono M, Rhoton AL Jr, Barry M. Microsurgical anatomy of the region of the tentorial Incisura.  
*J Neurosurg* 1984; 60: 365-99.
144. O'Rahilly R, Müller F. The meninges in human development.  
*J Neuropathol Exp Neurol* 1986; 45: 588-608.
145. Orz Y, Kobayashi S, Ichinose Y, Tanaka Y, Tokushige K. Peripheral superior cerebellar artery aneurysm.  
*Neurol Med Chir* 1996; 36: 106-10.
146. Ozaki T, Handa J, Tomimoto K, Hazama F. [Anatomical variations of the arterial system of the base of the brain].  
*Arch Jpn Chir* 1977; 46: 3. Japanese.
147. Padget DH. The development of the cranial arteries in the embryo.  
*Contr Embryol Carneg Instn* 1948; 32: 205-61.
148. Padget DH. The development of the cranial venous system in man, from the viewpoint of comparative anatomy.  
*Contrib Embryol* 1957; 247: 79-140.
149. Papo I, Caruselli G, Salvolini U. Aneurysm of the superior cerebellar artery.  
*Surg Neurol* 1977; 7: 15-17.
150. Peele TL. *The Neuroanatomical Basis for Clinical Neurology*. McGraw-Hill International Book Co, New York 1977.
151. Pendl G, Vorkapic P. Microsurgery of midbrain lesions.  
*Acta Neurochir Suppl* 1988; 42: 130-36.

152. Pendl G, Vorkapic P, Koniya M. Microsurgery of midbrain lesions. *Neurosurgery* 1990; 26: 641-48.
153. Perneczky A, Knosp E, Matula C. Cavernous sinus surgery. Approach through the lateral wall. *Acta Neurochir* 1988; 92: 76-82.
154. Pia HW, Fontana H. Aneurysms of the posterior cerebral artery. Locations and clinical pictures. *Acta Neurochir* 1977; 38: 13-35.
155. Pitelli SD, Almeida GG, Nakagawa EJ, Marchese AJ, Cabral ND. Basilar aneurysm surgery: the subtemporal approach with section of the zygomatic arch. *Neurosurgery* 1986; 18: 125-28.
156. Plets C. The arterial blood supply and angioarchitecture of the posterior wall of the third ventricle. *Acta Neurochir* 1969; 21: 309-17.
157. Poppen JL. The right occipital approach to a pinealoma. *J Neurosurg* 1966; 25: 706-10.
158. Post KD, McCormick PC. Trigeminal neurinomas. In Wilkins RH, Rengachary SS (eds.): *Neurosurgery Update Vol I: Diagnosis, Operative Technique and Neuro-Oncology*. McGraw-Hill, New York 1990.
159. Potts DG, Tavaras JM. Differential diagnosis of spaceoccupying lesions in the region of the thalamus by cerebral angiography. *Acta Radiol (Diagn)* 1963; 1: 373-84.

160. Riessner D, Zulch KJ. Über die Formveränderungen des Hirns (Massenverschiebungen, Zisternenverquellungen) bei raumbeengenden Prozessen.  
Dtsch Z Chir. 1939
161. Riggs HE, Rupp CH. Variation in form of circle of Willis.  
Arch Neurol 1963; 8: 24.
162. Robertson EG. Cerebral lesions due to intracranial aneurysms.  
Brain 1949; 72: 150-85.
163. Ross ED. Localization of the pyramidal tract in the internal capsule by whole brain dissection.  
Neurology 1980; 30: 59-64.
164. Rhoton AL Jr, Hardy DG, Chambers SM. Microsurgical anatomy and dissection of the sphenoid bone, cavernous sinus and sellar region.  
Surg Neurol 1979; 12: 63-104.
165. Rhoton AL Jr. Anatomy of saccular aneurysms.  
Surg Neurol 1980; 14: 59-66.
166. Rhoton AL Jr, Yamamoto I, Peace DA. Microsurgery of the third ventricle: Part 2. Operative approaches.  
Neurosurgery 1981; 8: 357-73.
167. Rothman SL, Allen WE 3rd, Simeone JF. The medial posterior choroidal artery as an indicator of masses at the foramen of Monro.  
Neuroradiology 1976; 11: 123-29.
168. Saeki N, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and the posterior circle of Willis.  
J Neurosurg 1977; 46: 563-78.



169. Sahs AL, Perret GE, Lockley HB. Intracranial Aneurysms and Subarachnoid Hemorrhage. A Cooperative Study. JP Lippincott, Philadelphia 1968.
170. Samii M. Neurosurgical aspects of processes at the tentorial margin. In Samii M (ed.): Surgery in and around the brainstem and third ventricle. Springer, Berlin Heidelberg New York 1986.
171. Samii M, Ammirati M. The combined supra-infratentorial pre-sigmoid sinus avenue to the petro-clival region. Surgical technique and clinical applications. Acta Neurochir 1988; 95: 6-12.
172. Samii M, Carvalho GA, Tatagiba M, Matthies C, Vorkapic P. Meningiomas of the tentorial notch: surgical anatomy and management. J Neurosurg 1996; 84: 375-81.
173. Samson DS, Hodosh RM, Clark WK. Microsurgical evaluation of the pterional approach to aneurysms of the distal basilar circulation. Neurosurgery 1978; 3: 135-41.
174. Sato M, Tanaka S, Kohama A, Fujii C. Occipital lobe infarction caused by tentorial herniation. Neurosurgery 1986; 18: 300-05.
175. Savoirdo M, Bracchi M, Passerini A, Visciani A. The vascular territories in the cerebellum and brainstem: CT and MR study. AJNR Am J Neuroradiol 1987; 8: 199-209.
176. Schaeffer HR. Aneurysms of the posterior cerebral artery. Med J Aust 1964; 51: 632-33.
177. Schisano G, Olivecrona H. Neurinomas of the Gasserian ganglion and trigeminal root. Neurosurg 1960; 17: 306-22.

178. Schlesinger B. The Upper Brainstem in the Human. Its nuclear configuration and vascular supply. Springer, Berlin Heidelberg New York 1976.
179. Schubiger O, Valavanis A, Hayek J, Dabir K. Neuroma of the cavernous sinus. Surg Neurol 1980; 13: 313-16.
180. Schwartz HG. Arterial aneurysms of the posterior fossa. J Neurosurg 1948; 5: 312-16.
181. Sen CN, Sekhar LN. The subtemporal and preauricular infratemporal approach to intradural structures ventral to the brain stem. J Neurosurg 1990; 73: 345-54.
182. Shiokawa Y, Saito I, Aoki N, Mizutani H. Zygomatic temporopolar approach for basilar artery aneurysms. Neurosurgery 1989; 25: 793-97.
183. Sindou MP, Chiha M, Mertens P. Anatomical findings observed during microsurgical approaches of the cerebellopontine angle for vascular decompression in trigeminal neuralgia (350 cases). Stereotact Funct Neurosurg 1994; 63: 203-07.
184. Smith ER, Chapman PH, Ogilvy CS. Far posterior subtemporal approach to the dorsolateral brainstem and tentorial ring: technique and clinical experience. Neurosurgery 2003; 52: 364-69.
185. Sones PJ, Hoffman JC. Angiography of tumors involving the posterior third ventricle. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1975; 124: 241-49.
186. Spetzler RF, Dasgupta CP, Pappas CT. The combined supra- and infratentorial approach for lesions of the petrous and clival regions: experience with 46 cases. J Neurosurg 1992; 76: 588-99.

187. Spiller WG, Frazier CH. The division of the sensory root of the trigeminal for relief of tic douloureux: An experimental pathological and clinical study with a preliminary report of one surgical successful case.  
Phil Med J 1901; 8: 1039-49.
188. Stabler J. Two cases of accessory middle cerebral artery, including one with an aneurysm at its origin.  
Br J Radiol 1970; 43: 314-18.
189. Stangel M, Stapf C, Marx P. Presentation and prognosis of bilateral infarcts in the territory of the superior cerebellar artery.  
Cerebrovasc Dis 1999; 9: 328-33.
190. Stein BM. Supracerebellar-infratentorial approach to pineal tumors.  
Surg Neurol 1979; 11: 331-37.
191. Stephens RB, Stilwell DL. Arteries and Veins of the Human Brain. Charles C Thomas, Springfield 1969.
192. Stopford JSB. The arteries of the pons and medulla oblongata.  
J Anat Physiol 1916; 50: 131-64.
193. Streeter GL. Developmental horizons in human embryos. Description of age group XIII, embryos about 4 or 5 mm long, and age group XIV, period of indentation of the lens vesicle.  
Contr Embryol Carneg Instn 1945; 31: 27-63.
194. Sugita K, Kobayashi S, Takemae T, Tada T, Tanaka Y. Aneurysms of the basilar artery trunk.  
J Neurosurg 1987; 66: 500-05.
195. Sunderland S. Neurovascular relations and anomalies at the base of the brain.  
J Neurol Neurosurg Psychiatry 1948; 11: 243-57.

196. Taha JM, Tew JM Jr, van Loveren HR, Keller JT, el-Kalliny M. Comparison of conventional and skull base surgical approaches for the excision of trigeminal neurinomas.  
J Neurosurg 1995; 82: 719-25.
197. Takahashi M. Atlas of vertebral angiography. Urban & Schwarzenberg, München 1973.
198. Takeuchi I, Takagi M, Yamagata S, Hoshino H, Takagi Y. [A case of posterior choroidal artery infarction].  
Rinsho Shinkeigaku 1992; 32: 1125-29. Japanese.
199. Tanaka Y, Hongo K, Nagashima H, Tada T, Kobayashi S. Double aneurysms at distal basilar artery: report of nine cases.  
Neurosurgery 2000; 47: 587-93.
200. Taniguchi M, Perneczky A. Subtemporal keyhole approach to the suprasellar and petroclival region: microanatomic considerations and clinical application.  
Neurosurgery 1997; 41: 592-601.
201. Tedeschi H, Rhoton AL Jr. Lateral approaches to the petroclival region.  
Surg Neurol 1994; 41: 180-216.
202. Terao S, Sobue G, Izumi M, Miura N, Takeda A, Mitsuma T. Infarction of superior cerebellar artery presenting as cerebellar symptoms.  
Stroke 1996; 27: 1679-81.
203. Terasaka S, Sawamura Y, Kamiyama H, Fukushima T. Surgical approaches for the treatment of aneurysms on the P2 segment of the posterior cerebral artery.  
Neurosurgery 2000; 47: 359-66.
204. Toole JF, Cole M. Ischemic cerebrovascular disease. In Baker AB, Baker LH (eds.): Clinical Neurology Vol 1. MD: Harper and Row, Hagerstown 1977.

205. Tulleken CA, Luiten ML. The basilar artery bifurcation: microscopical anatomy. *Acta Neurochir* 1987; 85: 50-55.
206. Van der Eecken HM. The Anastomoses Between the Leptomeningeal Arteries of The Brain. Charles C Thomas, Springfield 1959.
207. Van Wagenen WP. A surgical approach for the removal of certain pineal tumors. Report of a case. *Surg Gynecol Obstet* 1931; 53: 216-20.
208. Villain M, Segnarbieux F, Bonnel F, Aubry I, Arnaud B. The trochlear nerve: anatomy by microdissection. *Surg Radiol Anat* 1993; 15: 169-73.
209. Vinas FC, Lopez F, Dujovny M. Microsurgical anatomy of the posterior choroidal arteries. *Neurol Res* 1995; 17: 334-44.
210. Vishteh AG, David CA, Marciano FF, Coscarella E, Spetzler RF. Extreme lateral supracerebellar infratentorial approach to the posterolateral mesencephalon: technique and clinical experience. *Neurosurgery* 2000; 46: 384-89.
211. von Mitterwallner F. Variationsstatistische Untersuchungen an den basalen Hirngefäßen. *Acta Anat* 1955; 24: 51-88.
212. von Mitterwallner F. Variationsstatistische Untersuchungen an den basalen Hirngefäßen. *Acta Radiol Diagn* 1963; 1: 358-65.
213. Wackenheim A, Braun JP. Angiography of the Mesencephalon. Springer, Berlin Heidelberg New York 1970.

214. Wackenheim A, Heldt N, Amor MB. Variations in the drainage of the lateral mesencephalic vein.  
Neuroradiology 1971; 2: 154-61.
215. Watanabe T, Togo M. Accessory middle cerebral artery. Report of four cases.  
J Neurosurg 1974; 41: 248-51.
216. Williams DJ. The origin of the posterior cerebral artery.  
Brain 1936; 59: 175.
217. Williams PL, Warwick R. Gray's Anatomy ed. 36. WB Saunders, Philadelphia 1980.
218. Windle BCA. On the arteries forming the circle of Willis.  
J Anat Physiol 1888; 22: 289-93.
219. Winkler PA, Muacevic A, Holtmannspötter M, Weis S. Microanatomical landmarks of the temporomesial region (TMR) and their significance for epilepsy surgery. In: van Alphen A(ed). Neurological Surgery-Centennial Perspective; Monduzzi Editore, Bologna, S. 1707-1710.
220. Wolf BS, Huang YP, Newman CM. The lateral anastomotic mesencephalic vein and other variations in drainage of the basal cerebral vein.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1963; 89: 411-22.
221. Wolf BS, Huang YP. The insula and deep middle cerebral venous drainage system: Normal anatomy and angiography.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1963; 90: 472-89.
222. Yamamoto I, Kageyama N. Microsurgical anatomy of the pineal region.  
J Neurosurg 1980; 53: 205-21.

223. Yaşargil MG, Antic J, Laciga R, Jain KK, Hodosh RM, Smith RD. Microsurgical pterional approach to aneurysms of the basilar bifurcation. Surg Neurol 1976; 6: 83-91.
224. Yaşargil MG, Antic J, Laciga R, Jain KK, Boone SC. Arteriovenous malformations of vein of Galen: microsurgical treatment. Surg Neurol 1976; 3: 195-200.
225. Yaşargil MG. Microneurosurgery, Vol I: Microsurgical anatomy of the basal cisterns and vessels of the brain, diagnostic studies, general operative techniques and pathological considerations of the intracranial aneurysms. Thieme, Stuttgart New York 1984.
226. Yaşargil MG. Microneurosurgery, Vol I: Microsurgical anatomy of the basal cisterns and vessels of the brain, diagnostic studies, general operative techniques and pathological considerations of the intracranial aneurysms. Thieme, Stuttgart New York 1984.
227. Zeal AA, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. J Neurosurg 1978; 48: 534-59.
228. Zhang WG, Zhang SX, Wu BH. A study on the sectional anatomy of the oculomotor nerve and its related blood vessels with plastination and MRI. Surg Radiol Anat 2002; 24: 277-84.

## 8. CURRICULUM VITAE

### Persönliche Daten

**Name:** ARDESHIRI  
**Vorname:** Ardavan  
**Geburtsdatum /-ort:** 11.09.1977 in Teheran (Iran)  
**Staatsangehörigkeit:** deutsch  
**Familienstand:** ledig

### Schulischer Werdegang

12/85 – 06/95 Grundschole und Gymnasium in Flensburg (bis Ende 10. Klasse  
09/95 – 06/98 Gymnasium in Schwabmünchen (11. – 13. Jahrgangsstufe)  
Abschluss: Abitur (Note: 1,4)

### Studium

11/98 – 04/05 Medizinstudium an der LMU München  
08/00 Physikum (Note: 2,0)  
08/01 1. Staatsexamen (Note: 3,0)  
09/03 2. Staatsexamen (Note: 2,0)  
04/05 3. Staatsexamen (Note:1,0)  
**Gesamtnote: 1,8**

### Famulaturen

09/00 – 10/00 Famulatur in der Chirurgie, Krankenhaus Schwabmünchen



02/01 – 03/01	Famulatur in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungs- chirurgie am ZK Augsburg (Prof. Rüter)
03/02 – 04/02	Allgemeinmedizinische Praxis
07/02 – 08/02	Neurochirurgische Klinik des Universitätsklinikums Großhadern München (Prof. Tonn)
08/02 – 09/02	Neurochirurgie am International Neuroscience Institute Hannover (Prof. Samii)

### **Praktisches Jahr**

04/04 – 08/04	Chirurgie am Universitätsklinikum Großhadern München 04/04 – 06/04 Hand- und Plastische Chirurgie (Prof. Baumeister) 06/04 – 08/04 Neurochirurgie (Prof. Tonn)
08/04 – 11/04	Innere Medizin (Gastroenterologie) am Zentralklinikum Augsburg (Priv.-Doz. Messmann)
11/04 – 03/05	Radiologie am Universitätsklinikum Großhadern (Prof. Reiser)

### **Beruflicher Werdegang**

05/05 – 10/05	Assistenzarzt an der Chirurgischen Klinik Dr. Rinecker München
seit 11/05	Assistenzarzt an der Neurochirurgischen Klinik, Klinikum Großhadern, LMU München

### **Weitere Tätigkeiten**

10/03 – 04/04	Aushilfskraft bei der medizinischen Beratungsfirma 4Sigma in Oberhaching
09/04 – 10/04	Tutor beim Intensivkurs Neuroanatomie in München (Leitung: Prof. A. Danek), speziell Hirnpräparation

## **9. DANKSAGUNG**

Mein aufrichtiger und inniger Dank geht an Herrn Priv. Doz. Dr. med. univ. Peter A. Winkler. Ich möchte ihm dafür danken, dass er mir die vorliegende Studie als Dissertationsarbeit anbot. Er geleitete mich während dieser letzten Jahre nicht nur als mein Doktorvater, sondern auch als mein Lehrer in meinen anfänglichen Schritten in dem spannenden und interessanten Gebiet der Neurochirurgie. Stets stand er mir mit Rat und Tat zur Seite und half mir bei meinen Problemstellungen. Auch möchte ich Herrn Dr. Winkler für seine hervorragenden Zeichnungen für diese Dissertation danken. Aber Dr. Winkler war nicht nur eine große Hilfe für mich für die Doktorarbeit. Während meiner praktischen Zeit in der Neurochirurgischen Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München im Rahmen einer Famulatur und des Praktischen Jahres brachte mir Dr. Winkler enormes klinisches Know-how und Fähigkeiten, vor allem auch im Operationssaal, bei. Für dieses Wissen möchte ich ihm ganz herzlich danken, da meines Erachtens diese Kenntnisse unerlässlich für meinen Beruf sind. Während der klinischen Visiten und Patientengespräche war es mir möglich, viel von Dr. Winkler bezüglich des Umgangs mit Patienten zu lernen. Ich danke ihm für seine Unterstützung während dieser Zeit und hoffe, dass wir weiter miteinander zusammen arbeiten können.

Ganz besonders möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Jörg-Christian Tonn, Direktor der Neurochirurgischen Klinik der LMU München, danken, dass er es mir möglich machte, diese Dissertation an der Neurochirurgischen Klinik (Labor für Neurochirurgische Mikroanatomie unter der Leitung von Priv. Doz. Dr. Peter A. Winkler) durchzuführen. Auch möchte ich Prof. Tonn dafür danken, dass er mich mit vielen Geheimnissen der Neurochirurgie während meiner Famulatur und des Praktischen Jahres vertraut machte. Ich konnte von Prof. Tonn enormes klinisches Wissen erlernen. Ich danke ihm ganz herzlich für seine Hilfe.

Herrn Prof. Dr. med. Eisenmenger, Direktor des Rechtsmedizinischen Instituts der LMU München, und seinen Mitarbeitern möchte ich für die Unterstützung bei der Gewinnung der Präparate danken.

Ich danke Herrn Christoph Barth von der EDV-Abteilung der Neurochirurgischen Klinik für seine Unterstützung bei EDV-Problemen.

An dieser Stelle möchte ich mich ganz besonders und herzlich bei meinen Eltern Jaleh Davar und Homayoun Ardeshiri und meinem Bruder Ardeshir Ardeshiri bedanken. Meinen Eltern habe ich so viel zu verdanken. Während meines bisherigen

Lebens haben sie mich in allen meinen Problemen und in jeder Lebenslage unterstützt und standen stets hinter mir. Sie ermöglichten mir das Medizinstudium, was ohne ihre Hilfe nicht möglich wäre. Ich möchte meine Liebe und meinen Dank ihnen gegenüber mit diesen Worten zum Ausdruck bringen. Meinem Bruder möchte ich ganz besonders danken. Wir haben in unserem Leben alles zusammen getan und zusammen erlebt. Er hat mir immer geholfen, unabhängig in welcher Thematik oder welches Problem auch bestand. Ich danke ihm für all das, was er für mich getan hat, von ganzem Herzen.

## **10. ERKLÄRUNG**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig angefertigt habe. Ich habe mich außer der angegebenen Hilfsmittel keiner weiteren Hilfsmittel bedient und habe alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter der Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen.

Ich habe bisher keine Dissertation eingereicht und keine Doktorprüfung abgelegt. Die hier vorliegende Dissertation ist nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht worden.

Ardavan Ardeshiri